Leonardo França da Silva
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus
Roldão Carlos Andrade Lima
(Organizadores)

MEIO AMBIENTE

E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESAFIOS E SOLUÇÕES 2

Ano 2024

Leonardo França da Silva
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus
Roldão Carlos Andrade Lima
(Organizadores)

MEIO AMBIENTE

E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESAFIOS E SOLUÇÕES 2

Ano 2024

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A obra "O meio ambiente em foco: desafios e soluções para a sustentabilidade" surge como uma contribuição crucial para o debate contemporâneo sobre as questões ambientais. Organizada em quatro capítulos, este e-book se propõe a explorar uma gama diversificada de temas que orbitam a sustentabilidade, com um olhar atento sobre a responsabilidade humana na preservação do meio ambiente e na formulação de estratégias para o desenvolvimento sustentável.

Os capítulos abrangem áreas fundamentais como economia, tecnologia e desenvolvimento ambiental, demonstrando a interconexão desses setores na geração de conhecimento indispensável ao progresso da sociedade. A obra enfatiza a necessidade de preservação dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento sustentável, integrando esses temas de forma coesa e acessível.

A fluidez dos artigos é um dos pontos fortes deste e-book, oferecendo uma base teórica sólida para pesquisadores, estudantes e leitores interessados em compreender as questões mais prementes do nosso tempo. Cada capítulo contribui de forma significativa para o enriquecimento científico e teórico, agregando valor à discussão sobre práticas sustentáveis.

Os temas abordados, como impactos ambientais, uso do solo e educação, refletem o compromisso dos autores com a veracidade científica e a disseminação de práticas que promovam o desenvolvimento sustentável. Esta obra é um testemunho do esforço coletivo de professores, acadêmicos e pesquisadores, que trazem à tona uma reflexão profunda sobre a responsabilidade social e ambiental.

A Atena Editora, por meio desta publicação, reforça sua posição como um espaço de divulgação científica de confiança, oferecendo uma plataforma essencial para que pesquisadores possam compartilhar seus resultados e contribuir para o avanço do conhecimento.

Boa leitura!

Leonardo França da Silva
Roldão Carlos Andrade Lima
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

AGRICULTURA DE PRECISÃO E CITRICULTURA: CONCEITOS E APLICAÇÕES

Data de aceite: 02/09/2024

Jessica Mariano Da Silva
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Botucatu – São Paulo (Brasil)
https://orcid.org/0009-0004-2601-511X

Leonardo França da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-9710-8100

Sarah Fernanda de Almeida Martins
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - Minas Gerais
https://orcid.org/0009-0008-6865-5827

Érika Manuela Gonçalves Lopes
Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros - MG
https://orcid.org/0000-0002-7518-8955

Jessica Mansur Siqueira Crusoé
Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)
https://orcid.org/0009-0007-4210-8430

Joseane Turquete Ferreira
Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)
https://orcid.org/0009-0007-4210-8430

Cândida Pollyanna Francisco Azevedo
Doutora em Zootecnia (ESALQ/USP)
Coordenadora Técnica no Grupo de Comunicação AgriNews

Matheus Mendes Reis
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)
Januária - Minas Gerais (Brasil)
https://orcid.org/0000-0003-2100-2438

Rafaella Resende Andrade
Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás
https://orcid.org/0000-0003-3182-0741

Fabiane de Fátima Maciel
Universidade de Federal Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-7117-6965

Luciano José Minette
Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa
Viçosa - MG (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-2038-334X

Alexandre Dal Pai
Universidade Estadual Paulista
Botucatu – São Paulo (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-2990-8587

Silvana Ferreira Bicalho
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Vitória da Conquista - Bahia (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-5502-6430

RESUMO: O Brasil, como um dos principais produtores mundiais de citrus, enfrenta a necessidade crescente de instrumentais avançados para o monitoramento agrícola das áreas produtivas. A dinâmica agrícola associada a essa cultura é crescente, evidenciada pela diminuição da produção em determinadas regiões. Um dos fatores que contribuem para essa redução é o surgimento de doenças na citricultura, o que eleva os custos de produção e, consequentemente, o valor final do fruto para o consumidor. Com o avanço das tecnologias digitais, o sensoriamento remoto emergiu como uma ferramenta fundamental no monitoramento de pragas que afetam a produção citrícola. Deste modo, o sensoriamento remoto permite a detecção precoce de doenças e pragas, possibilitando intervenções mais eficazes e precisas, reduzindo assim os danos e perdas na produção. Sendo assim, o objetivo deste estudo é investigar o fenômeno da agricultura de precisão tanto no Brasil quanto em âmbito global, com um foco específico em sua aplicação na citricultura. Este trabalho busca compreender o surgimento, a composição, as aplicações e a viabilidade prática da agricultura de precisão, visando promover uma agricultura mais sustentável, produtiva e segura. Ao abordar esses aspectos, espera-se fornecer uma visão abrangente e detalhada sobre como essa tecnologia pode transformar a prática agrícola, especialmente no cultivo de citros, e contribuir para a sustentabilidade e eficiência no setor.
PALAVRAS-CHAVE: Agricultura digital; Monitoramento de Produtividade; Citros.

ABSTRACT: Brazil, as one of the world's main citrus producers, faces a growing need for advanced instruments for agricultural monitoring of productive areas. The agricultural dynamics associated with this crop is growing, evidenced by the decrease in production in certain regions. One of the factors that contribute to this reduction is the emergence of diseases in citrus farming, which increases production costs and, consequently, the final value of the fruit for the consumer. With the advancement of digital technologies, remote sensing has emerged as a fundamental tool in monitoring pests that affect citrus production. In this way, remote sensing allows early detection of diseases and pests, enabling more effective and precise interventions, thus reducing damage and losses in production. Therefore, the objective of this study is to investigate the phenomenon of precision agriculture both in Brazil and globally, with a specific focus on its application in citrus farming. This work seeks to understand the emergence, composition, applications and practical viability of precision agriculture, aiming to promote more sustainable, productive and safe agriculture. By addressing these aspects, it is expected to provide a comprehensive and detailed view on how this technology can transform agricultural practice, especially in citrus cultivation, and contribute to sustainability and efficiency in the sector.
KEYWORDS: Digital agriculture; Productivity Monitoring; Citrus.

INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura, uma das atividades essenciais da humanidade, remonta a mais de 12 mil anos, quando começou a domesticação de plantas. Responsável pela alimentação de populações rurais e urbanas, a agricultura evoluiu ao longo dos séculos, aprimorando técnicas e ferramentas, desenvolvendo materiais genéticos e adaptando-se às variáveis climáticas, edáficas e condições edafoclimáticas de diversas regiões do mundo (Santana et al., 2020).

Deste modo, nas últimas décadas, a agricultura se tornou ainda mais relevante no cenário mundial, não só pela produção de alimentos, mas também pela sua contribuição significativa na geração de superávits econômicos e empregos. Projeções das Nações Unidas indicam que, em 2050, a população mundial alcançará 9,7 bilhões de pessoas, o que aumentará a demanda por alimentos em aproximadamente 70%. Além desse desafio, o setor agrícola enfrenta os riscos das mudanças climáticas, que podem alterar as condições meteorológicas em todas as regiões do planeta (Marin, 2021).

Dentro deste cenário global, o Brasil tem se destacado como referência na produção agrícola, sendo hoje um dos principais produtores de alimentos do mundo. Internamente, o agronegócio é um dos principais segmentos econômicos do Brasil, gerando cerca de 9 milhões de empregos, contribuindo com um superávit econômico de 61,2 bilhões de dólares e representando 27,4% do PIB nacional em 2021 (Smalci et al., 2021).

Como todo segmento econômico e produtivo, a agricultura brasileira e mundial tem passado por diferentes evoluções e ciclos de desenvolvimento. Historicamente, a agricultura pode ser dividida em diferentes fases: a agricultura 1.0, marcada pelo início do uso de tração animal; a agricultura 2.0, caracterizada pelo uso de motores a combustão, insumos químicos e avanços científicos; e a agricultura 3.0, que incorporou sistemas de orientação via satélite e técnicas de agricultura de precisão (Massruhá et al., 2017).

A agricultura digital representa a fase mais avançada, integrando informações de diversos setores e processos agrícolas para aumentar a precisão das atividades. Este conceito surgiu nas indústrias, marcando uma evolução tecnológica no setor com o desenvolvimento e uso de tecnologias avançadas como big data, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, sensores, geotecnologias e computação em nuvem. Esta fase é frequentemente associada à “quarta revolução”, onde fatores tecnológicos impulsionam mudanças significativas nas estruturas de produtos, serviços e gestão empresarial (Ribeiro et al., 2018; Silva et al., 2020).

O agronegócio também está passando por essas transformações tecnológicas, com diversas empresas desenvolvendo soluções complexas para atender às demandas de agricultores e empresários rurais globalmente. Tecnologias como sensoriamento remoto para detecção de pragas e doenças, sensores de campo, softwares e inteligência artificial são implementadas para ajudar produtores rurais a resolver problemas variados (Massruhá; Leite, 2017).

A adoção dessas tecnologias é incentivada por um cenário geopolítico desafiador, marcado pelo aumento dos custos de insumos e produção e pela intensificação da competitividade, forçando as empresas rurais a adotarem maiores níveis de tecnologia e controle de produção (Ferneda, 2018).

Este estudo visa explorar o fenômeno da agricultura de precisão tanto no Brasil quanto no contexto global, com um enfoque específico em sua aplicação na citricultura. O objetivo é compreender seu surgimento, composição, aplicações e viabilidade prática para promover uma agricultura mais sustentável, produtiva e segura.

AGRICULTURA PRECISÃO: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITOS

Aspectos Históricos da Agricultura Precisão

A ideia da agricultura de precisão tem suas raízes antes mesmo da Revolução Industrial, quando surgiram técnicas para otimizar o rendimento das culturas, levando em consideração fatores como localização e fertilidade do solo. No entanto, os fundamentos para a agricultura de precisão moderna, tal como a conhecemos hoje, começaram a ser delineados no início do século XX (Damasceno et al., 2020; Martins et al., 2022).

Foi somente na década de 1980, tanto na Europa quanto nos Estados Unidos, que a agricultura de precisão se tornou viável para os produtores. Esse avanço se deu em grande parte devido ao desenvolvimento de microcomputadores, sensores e softwares específicos para a agricultura, que possibilitaram uma abordagem mais precisa e eficiente no manejo dos cultivos (Bolfe et al., 2022)

O que é agricultura Precisão?

A agricultura precisão abarca o conceito que se concentra no emprego de tecnologias destinadas à modernização, automatização e otimização da produção agrícola. Por meio da digitalização das operações, as atividades agrícolas ganham em eficiência e produtividade. Este termo engloba a utilização de recursos tecnológicos no campo, como Big Data, drones, inteligência artificial, e outras ferramentas relacionadas à tecnologia da informação. Na prática, a agricultura precisão se alinha à Agricultura de Precisão, valendo-se também de sensores e dispositivos avançados para coletar e armazenar dados relevantes para o manejo da lavoura (Da Silva et al., 2021).

A partir da coleta e análise desses dados, o agricultor obtém informações mais precisas para tomar decisões cruciais sobre o manejo da produção. Consequentemente, é possível aprimorar todas as etapas do plantio, desde a semeadura e aplicação de defensivos até a colheita

Essa abordagem integra uma variedade de tecnologias de informação, incluindo sensores, drones, sistemas de informação geográfica (SIG), inteligência artificial e robótica,

para monitorar e gerenciar as operações agrícolas. Desde a preparação do solo até a colheita e distribuição dos produtos, a agricultura precisão permite um controle mais preciso e eficiente de todas as etapas do processo produtivo (Souza et al., 2021; Muniz et al., 2021).

Além disso, essa tecnologia possibilita aos agricultores monitorar de perto a qualidade e quantidade da produção, reduzir desperdícios e utilizar os recursos de forma mais eficiente. Isso não apenas maximiza a rentabilidade das atividades agrícolas, mas também contribui para a sustentabilidade do setor, ao minimizar o impacto ambiental e promover uma utilização mais responsável dos recursos naturais.

Panorama da Agricultura Precisão no Brasil

O panorama da agricultura de precisão no Brasil reflete um cenário de evolução, impulsionado pelo constante investimento em tecnologia, que tem sido fundamental para o aumento da produtividade das lavouras brasileiras, colocando o país entre os maiores produtores do mundo (Marin et al., 2016). De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os avanços tecnológicos resultaram em um aumento de 59% na produção agrícola entre 1975 e 2015. Esses dados demonstram que o investimento em tecnologia gera resultados positivos, incentivando o setor agrícola a continuar incorporando inovações tecnológicas (Embrapa, 2020).

A partir de meados de 2010, o agronegócio brasileiro passou por uma revolução agrícola impulsionada pela digitalização do campo. Nesse período, os produtores começaram a investir em maquinário integrado com ferramentas digitais, sistemas de monitoramento de lavouras, ferramentas de gestão e imagens de satélite, entre outros recursos (Queiroz et al., 2021). Esse movimento, conhecido como Agricultura 4.0, tem ajudado os produtores brasileiros a alcançarem recordes de produção, além de favorecer a balança comercial do país.

No entanto, uma pesquisa realizada pela Embrapa, em parceria com o Sebrae e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), revelou que o setor agrícola ainda tem grande potencial de crescimento com o apoio de ferramentas digitais. O estudo mostrou que apenas 40% dos produtores utilizam novas tecnologias para negociar insumos e produtos agrícolas, e apenas um terço emprega soluções digitais para mapear a lavoura e prever riscos climáticos. Portanto, apesar da integração das tecnologias na vida de muitos produtores brasileiros, ainda há espaço para expandir a aplicação de ferramentas digitais no campo. Para alcançar esse objetivo, os agricultores, com o apoio do setor público e privado, precisam enfrentar desafios significativos.

Desafios da Agricultura Precisão no Brasil

Apesar dos inúmeros benefícios oferecidos, a adoção da tecnologia pelos agricultores brasileiros ainda enfrenta diversos desafios que precisam ser superados. A pesquisa conduzida pela Embrapa em parceria com o Sebrae e o Inpe identificou pelo menos quatro obstáculos enfrentados pelos agricultores do Brasil na implementação de tecnologias no campo (Muniz et al., 2021; Meirelles et al., 2019).

Problemas de conectividade

A falta de uma infraestrutura de conectividade adequada nas áreas rurais é considerada o principal desafio enfrentado pelos produtores brasileiros interessados em adotar as ferramentas da agricultura precisão. Segundo dados da pesquisa da Embrapa, aproximadamente 61% das empresas e prestadoras de serviços ligadas ao setor agrícola relatam dificuldades na implementação de tecnologias devido a problemas de conectividade. O Censo Agropecuário de 2017 confirma essa realidade, revelando que, em média, apenas 28% dos estabelecimentos rurais têm acesso à internet. A ampliação da conectividade é crucial para impulsionar a produção agrícola no país e tornar os agricultores mais competitivos (Muniz, 2021; Villafuerte et al., 2021).

Falta de mão de obra qualificada

Outro desafio associado à adoção de tecnologia no campo é a escassez de mão de obra qualificada para orientar os produtores no uso desses recursos. Para resolver esse problema, é necessário investir na capacitação dos trabalhadores rurais por meio de cursos online ou presenciais, treinamentos intensivos e workshops. Essa capacitação pode ser organizada pelos próprios produtores, por associações agrícolas e por instituições como a Embrapa e universidades.

Custo de investimento

A pesquisa da Embrapa também apontou que cerca de 67,1% dos agricultores não investem em tecnologia devido aos altos custos de aquisição de equipamentos e softwares. Esse fator é especialmente preocupante para pequenos e médios produtores, cujos orçamentos já são comprometidos por custos operacionais e despesas de manutenção da fazenda. No entanto, existem opções de tecnologias com custos mais acessíveis, e os agricultores podem se organizar em cooperativas e associações para compartilhar os custos de investimentos mais elevados (Muniz et al., 2016).

Falta de acesso a informações

A pesquisa da Embrapa revelou que aproximadamente 41% dos produtores têm falta de conhecimento sobre as tecnologias apropriadas para o campo. Esse desconhecimento impede que os agricultores apostem em recursos da agricultura precisão para melhorar a produção. Portanto, eventos, debates, manuais, treinamentos e cursos sobre o tema são essenciais para disseminar informações e conhecimentos aos produtores, especialmente os de médio e pequeno porte (Muniz et al., 2016).

AGRICULTURA PRECISÃO NA CITRICULTURA ASPECTOS GERAIS

A Implementação da agricultura precisão na citricultura oferece inúmeras oportunidades para otimizar a produção de citros, garantindo maior eficiência, sustentabilidade e rentabilidade para os produtores. Por meio do uso de tecnologias avançadas, como sensores, drones, sistemas de informação geográfica (GIS) e inteligência artificial, os citricultores podem monitorar e gerenciar suas plantações de forma mais precisa e eficaz (Smalci et al., 2020).

Um dos principais benefícios da agricultura precisão na citricultura é a capacidade de monitorar as condições do solo e das plantas em tempo real. Sensores instalados no campo podem coletar dados sobre a umidade do solo, níveis de nutrientes, temperatura e outras variáveis importantes. Essas informações são então analisadas por algoritmos de inteligência artificial, que fornecem insights valiosos sobre o estado da plantação e orientam as decisões de manejo.

Além disso, a agricultura precisão permite a implementação de práticas de manejo mais precisas e eficientes. Com base nos dados coletados e nas análises realizadas, os produtores podem ajustar o uso de água, fertilizantes e defensivos de acordo com as necessidades específicas de cada área da plantação. Isso não apenas maximiza a produtividade e a qualidade dos frutos, mas também reduz o desperdício de insumos e minimiza o impacto ambiental.

Outra vantagem da agricultura precisão na citricultura é a capacidade de monitorar e prever pragas e doenças de forma mais eficaz. Sistemas de monitoramento por imagem e análise de dados podem identificar padrões de infestação e alertar os produtores sobre a necessidade de intervenção. Isso permite uma resposta mais rápida e direcionada, reduzindo os danos às plantas e os custos associados ao controle de pragas e doenças.

De modo a agricultura precisão está revolucionando a citricultura, oferecendo aos produtores ferramentas e *insights* poderosos para melhorar a eficiência, a sustentabilidade e a rentabilidade de suas operações. Ao adotar essas tecnologias inovadoras, os citricultores podem enfrentar os desafios do setor de forma mais eficaz e garantir um futuro promissor para a produção de citros.

Aplicação da Agricultura de Precisão na Citricultura

A agricultura de precisão tem desempenhado um papel crucial na evolução da citricultura, uma vez que oferece ferramentas avançadas para otimizar a produção de citros. Tradicionalmente, a citricultura dependeu de práticas generalizadas para o manejo de pomares, mas a agricultura de precisão introduziu uma abordagem mais personalizada e eficiente.

Na citricultura, a agricultura de precisão é aplicada em várias etapas do processo de cultivo. Por exemplo, sistemas de sensoriamento remoto são utilizados para monitorar a saúde das plantas, detectando precocemente sinais de estresse hídrico, deficiências nutricionais ou infestações de pragas. Além disso, o mapeamento detalhado do solo permite uma aplicação mais precisa de fertilizantes e defensivos agrícolas, garantindo que esses insumos sejam utilizados de maneira mais eficiente e sustentável.

Outra aplicação importante da agricultura de precisão na citricultura é a gestão de colheita. Tecnologias como sistemas de posicionamento global (GPS) e sensores de colheita permitem rastrear a maturação dos frutos em tempo real, facilitando a identificação de áreas com maior potencial de produção e otimizando o processo de colheita.

Dragone (2003) destaca que a citricultura tem buscado constantemente novas abordagens de gerenciamento e administração da produção para aprimorar a eficiência dos processos produtivos. Nesse contexto, a Agricultura de Precisão (AP) emerge como uma resposta ideal para suprir essa demanda. Diversas pesquisas têm sido conduzidas para adaptar as técnicas de AP à realidade da citricultura brasileira, incluindo o mapeamento da variabilidade espacial do solo, a criação de mapas de produtividade, a aplicação de corretivos e fertilizantes em taxas variáveis e a implementação de sistemas de piloto automático para sulcação e plantio de mudas.

A aplicação localizada de insumos tem sido alvo de extensos estudos e refinamentos para ser aplicada na cultura de citros na Flórida. Esta abordagem é central nos trabalhos de Miller et al., (2003a, 2003b) e Schumann et al., (2005), que adaptaram a tecnologia de taxa variável de aplicação, conhecida como VRT (Variable Rate Technology), originalmente desenvolvida para outras culturas, às especificidades de um pomar de citros. Esta nova forma de aplicação de insumos opera, em geral, por meio de ferramentas capazes de identificar e mapear a variabilidade espacial do solo, das características das plantas ou das condições ambientais.

O levantamento de dados pode ser realizado por meio da coleta de amostras ou de sensores. Além disso, é essencial um sistema mecanizado capaz de localizar e distribuir os insumos conforme a variação espacial identificada. O uso de GPS é fundamental tanto para a obtenção das coordenadas dos dados coletados quanto para a localização precisa do equipamento no campo, garantindo que as ações de manejo sejam aplicadas no local correto.

Embora a utilização da taxa variável seja mais comum na aplicação de fertilizantes granulares, o conceito pode ser estendido a qualquer outro insumo, como herbicidas, inseticidas, produtos fitossanitários ou até mesmo água.

Tumbo et al., (2006) avaliaram um controlador para aplicação de nematicidas em áreas infestadas em pomares de citros, enquanto Chang et al., (2006) examinaram a tecnologia VRT para o manejo de doenças em citros. Ambos os estudos visaram reduzir o impacto ambiental causado pelo uso excessivo de defensivos. Esta linha de pesquisa é particularmente relevante na Flórida, onde os solos apresentam textura arenosa, aumentando o risco de lixiviação de poluentes para os lençóis freáticos.

Algumas práticas da agricultura de precisão se destacam como peculiares à citricultura ou a culturas arbóreas perenes. Uma delas é o mapeamento do tamanho e volume da copa das árvores. Essa informação é fundamental para práticas de manejo e tomada de decisões, como o cálculo do volume de calda a ser utilizado em aplicações fitossanitárias, a determinação da quantidade de fertilizantes e defensivos a serem aplicados ou a predição da produtividade (Lee, 2008).

Normalmente, o cálculo do volume da copa é feito manualmente, o que pode ser custoso e trabalhoso. Estudos conduzidos por Ehsani; Lang (2002), Wei; Salyani (2004, 2005), conforme citado por Lee (2008), focaram no desenvolvimento de sensores a laser capazes de mensurar, por meio de algoritmos específicos, as dimensões e o volume da copa. Lee (2008) destaca a alta precisão desses sensores em comparação com a medição manual.

Além disso, a agricultura de precisão oferece benefícios significativos em termos de redução de custos e aumento da produtividade. Ao otimizar o uso de insumos e maximizar o potencial produtivo dos pomares, os produtores de citros podem alcançar maiores rendimentos e lucros mais consistentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura precisão é um campo em evolução, e sua definição e padronização ainda estão em fase de desenvolvimento. No entanto, podemos considerar que se trata do emprego de sistemas digitais, métodos computacionais, redes de sensores e comunicação, aliados a práticas gerenciais e administrativas avançadas, como parte integrante da agricultura 4.0.

Este conjunto de práticas e tecnologias representa um avanço incremental em relação à agricultura convencional, e sua implementação ainda está em processo de testes e consolidação. Na cultura do citrus, especificamente, a agricultura precisão está sendo explorada para melhorar a eficiência na gestão de pomares, monitoramento da saúde das árvores, prevenção de doenças e otimização da colheita, promovendo assim um manejo mais sustentável e produtivo.

REFERÊNCIAS

BOLFE, É. L.; JORGE, L. A. D. C.; SANCHES, I. D.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; DA COSTA, C. C.; VICTORIA, D. D.C.; INAMASU, R. Y.; GREGO, C. R.; FERREIRA, V. R.; RAMIREZ, A. R. Agricultura Digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades. 2020. 45p. (Relatório Técnico). Disponível em: https://www.embrapa.br/agropensa/produtos-agropensa. Acesso em: 22 dez. 2021.

DA SILVA, Joélia Natália Bezerra et al. Modelos da Produtividade Primária Bruta em área de floresta tropical em sazonalmente seca, usando dados reflectância da vegetação de caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 06, p. 3775-3784, 2021.

NEVES, E. M., DAYOUB, M., DRAGONE, D. S., NEVES, M. F. Citrucultura Brasileira: Efeitos Econômico-Financeiro, 1996 – 2000. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP, v.23, n. 2, p. 432-436, 2001.

DAMACENO, Siuari Santos et al., Inteligência artificial: uma breve abordagem sobre seu conceito real e o conhecimento popular. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 5, n. 1, p. 11-11, 2018.

FERNEDA, Rodrigo. Adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul. 2018.

JÚNIOR, Pedro Eduardo Volpato; SORDI, Victor Fraile. AGTECHS: Tecnologias e focos de negócios. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 3, n. 1, 2019.

LEE, K., EHSANI, R. A laser-scanning system for quantification of tree geometric characteristics. In ASAE Annual International Meeting. Rhode Island: ASAE (Paper, 083980) 2008

MARIN, Fábio R. et al., Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola,** v. 25, n. 3, p. 108-124, 2016.

MARTINS, Rodrigo Nogueira. Modeling of coffee ripeness and beverage quality using proximal and remote sensing. 2022.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, MA de A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso**. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017., 2017.

MILLER, W. M., SCUMANN, A. VRT citrus test plot applications of granular fertilizer. In ASAE Annual International Meeting. Las Vegas: ASAE (Paper, 031127) 2003(a). MILLER, W. M., WHITNEY, J. D., SCHUMANN, A. A test program to assess VRT granular fertilizer applications for citrus. In ASAE ANNUAL INTENATIONAL MEETING. Las Vegas ASAE (Paper, 031126) 2003(b).

MEIRELLES, Margareth SP; MOREIRA, Marlon; COELHO, Fábio BN. Uso de Inteligência Artificial em Agricultura de Precisão: Redes Bayesianas e Neurais. **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**, p. 175, 2019.

MUNIZ, Lucas Rocha. Internet das coisas na agricultura moderna: estudo da integração entre automação e sensoriamento no cultivo de frutos no nordeste brasileiro. 2021.

QUEIROZ, Daniel Marçal de et al., Sensores aplicados à Agricultura Digital: Uma revisão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, 2021.

RIBEIRO, Josiana Gonçalves; MARINHO, Douglas Yusuf; ESPINOSA, Jose Waldo Martínez. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. 2018. p. 1-7.

SANTA ANA, Rogério da Silva; SORDI, Victor Fraile. ADOÇÃO TECNOLÓGICA NO AGRONEGÓCIO INTELIGENTE. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 4, n. 1, 2020.

SILVA, Alexsandro Oliveira da et al., A irrigação na era da agricultura 4.0: manejo, monitoramento e precisão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. spe, 2020.

SILVA, Juliane Maíra Pedro; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 616-629, 2020.

SILVA, Juliane Maíra Pedro; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 616-629, 2020.

SMALCI, Anderson et al., Fatores determinantes e condicionantes para inovação e competitividade no setor do agronegócio brasileiro. Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233), v. 10, n. 1, p. 6-6, 2020.

SOUZA, Gilberto. **Uso de sistema de controle fuzzy e internet das coisas para irrigação na agricultura de precisão.** 2021. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.31414/EE.2021.D.131319.

VILLAFUERTE, Andrés Manuel et al., AGRICULTURA 4.0-ESTUDO DE INOVAÇÃO DISRUPTIVA NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. In: **9th International Symposium on Technological Innovation**. 2018.

A POLÍTICA EXTERNA PARA O MEIO AMBIENTE NO SEGUNDO GOVERNO LULA (2006-2010): RURALISTAS E AMBIENTALISTAS NO PROCESSO DECISÓRIO DA AGENDA AMBIENTAL E O CASO DA COP-15

Data de aceite: 02/09/2024

Milena Dune Severino
Graduanda de Relações Internacionais, UFU, Uberlândia, MG

Nicole Costa Lemes
Graduanda de Relações Internacionais, UFU, Uberlândia, MG

RESUMO: O presente trabalho objetiva analisar quais foram os embates políticos e os principais grupos de interesse envolvidos na formulação do posicionamento brasileiro na 15º Conferência das Partes. A hipótese é de que os ambientalistas e os ruralistas representaram polos de disputa fundamentais na ocasião e, assim, faz-se necessário retomar diretrizes da Política Externa Brasileira sobre a questão ambiental no governo do período, isto é, no Segundo Governo Lula. A metodologia de abordagem é hipotética-dedutiva, enquanto a metodologia procedimental é a revisão bibliográfica e análise documental. A conclusão é de que o Brasil adotou políticas mais próximas do grupo ambientalista no evento referido..

PALAVRAS-CHAVE: política ambiental; COP-15; governo Lula, política externa brasileira.

INTRODUÇÃO

A posição de figura conciliadora de interesses comumente associada a Lula faz-se presente também quando se aborda a questão ambiental, de forma que o presente trabalho pretende, a partir da Análise da Política Externa e processo decisório, compreender como a política externa durante o Segundo Governo Lula (2007-2010) foi influenciada pela agenda de grupos ruralistas e ambientalistas. Assim, partindo de Putnam (2010) e Figueira (2009), será trabalhada a interação entre diplomacia e políticas domésticas levando em consideração o "jogo de dois níveis", dando destaque a atores como movimentos sociais e partidos políticos na formação de posicionamentos internacionais do Brasil no período.

Por sua vez, a preocupação com a preservação ambiental passou a ser parte das discussões multilaterais no âmbito internacional nas décadas finais do século XX. Contudo, não obstante o destaque dado ao Brasil nesse debate, o que se dá

em detrimento da existência de recursos de importância para todo o globo que se encontram em solo brasileiro, como a Floresta Amazônica, o país apenas veio a internalizar a agenda ambiental após a redemocratização, em especial nos governos petistas, historicamente mais próximos de movimentos ambientalistas e de políticas pró-preservação ambiental (FIGUEIRA, 2009; PLATIAU, 2010).

A partir de tal contexto, este trabalho irá se valer da influência de grupos de interesses distintos, representados pelos ruralistas e ambientalistas, no posicionamento do Brasil na 15º Conferência das Partes (COP-15), que se deu no ano de 2009 na Dinamarca, a qual visava à elaboração de metas de redução de emissão de gases do efeito estufa. A escolha da análise discursiva de representantes desses dois setores antagônicos especificamente é justificada pela grande articulação política ruralista, que se dá pelo papel histórico do agronegócio para a economia brasileira, representada pela Frente Parlamentar da Agropecuária, enquanto o outro polo, dos ambientalistas, abordará, sobretudo, o papel da ex-ministra do Ministério do Meio Ambiente Marina da Silva na atuação do Brasil na COP-15. A conclusão apresentada é de que o discurso de Lula no evento foi mais ao encontro do último grupo, seguindo com mais proximidade os interesses de movimentos sociais e políticos ambientalistas em detrimento do de frações da sociedade preocupadas apenas com o crescimento econômico desenfreado e enriquecimento de setores ligados ao agronegócio.

ANÁLISE DE POLÍTICA EXTERNA E PROCESSO DECISÓRIO

Considerando a política externa como uma política pública específica, tendo em vista as particularidades do ambiente internacional, o campo da Análise de Política Externa (APE) abarca estudos que compreendem a importância de atores, políticas e processos domésticos para a agenda internacional de um país. Assim, diante do debate, por vezes dicotômico entre estrutura e agente nas ciências sociais, a APE tende a consagrar abordagens teóricas que englobam o poder de ação dos indivíduos tomadores de decisão, mesmo incluindo a influência de forças estruturais do Sistema na análise (RAMANZINI JÚNIOR; FARIAS, 2021).

Nesse sentido, a APE possui seu surgimento como disciplina acadêmica datado no pós Segunda Guerra, todavia, com o fim da Guerra Fria, o campo tornou-se mais dinâmico, tendo em vista as transformações que demandaram dos Estados novas adequações ao Sistema Internacional (SI) e a estagnação de agendas de política externa baseadas majoritariamente em questões de segurança (CERVO; BUENO, 2011). Logo, a distinção entre “alta” e “baixa” política foi progressivamente mitigada e temas tradicionalmente negligenciados emergiram nas agendas internacionais do Estado, por exemplo, a questão ambiental, esta que será objeto de estudo no presente trabalho.

A fim de elucidar a dinâmica entre a política doméstica e a política externa, adotou-se como referencial teórico Putnam (2010) e Figueira (2009), principalmente. Putnam (2010) contribui para a questão à medida que analisa a interação entre a diplomacia e o contexto político interno a partir do que se denomina “jogo dos dois níveis”. Este visa mitigar a literatura estadocêntrica nas Relações Internacionais e, então, “abrir a caixa preta” do Estado ao examinar a luta política de grupos de interesses, partidos políticos, classes e movimentos sociais, e não somente as estruturas institucionais que envolvem o processo decisório de uma agenda de política externa. Portanto, o jogo dos dois níveis se refere, no nível nacional, à disputa de coalizões internas que pressionam o governo a adotar posicionamentos favoráveis aos seus interesses e, na esfera internacional, à capacidade do país em lidar com as imposições do Sistema enquanto media as pressões domésticas.

Logo, a soberania e a interdependência do país convergem em ambos os níveis dos jogos e afetam, consequentemente, o comportamento dos jogadores. Por exemplo, o próprio governante, que se situa à frente dos dois níveis, é capaz de realinhar as forças do jogo internacional caso haja um grupo doméstico forte o bastante para alterar uma diretriz de política externa. Desse modo, o elemento soberano e aquele interdependente dos jogos implicam em, basicamente, duas fases de processo decisório: em primeiro lugar, tem-se o nível I que envolve a negociação de uma proposta provisória advinda do campo externo; no nível II, ocorrem os debates entre as forças políticas domésticas para acatar ou não o acordo ou uma posição. Embora esses níveis sejam, na maioria das vezes, simultâneos e dependam das expectativas de êxito diante de um determinado interesse, a aceitação do acordo no segundo nível, sendo de maneira democrática ou não, impõe uma ligação teórica entre os dois níveis (PUTNAM, 2010).

Então, a interação entre os dois níveis abre espaço para o estudo da possibilidade e, em certa medida, de estratégias para alcançar o resultado almejado, o que é intitulado pelo autor de “conjunto de vitórias”. Isto é, a negociação de um acordo no nível I considera quais as possibilidades de se obter êxito no nível II, o que, consequentemente, também impacta a distribuição de ganhos para os jogadores finais. Nesse sentido, o conjunto de vitórias é influenciado pelas táticas adotadas pelos negociadores no nível I e pelas instituições e coalizões no nível II. A depender do grau de politização que o tema adquire no cenário doméstico e a possibilidade de obter um consenso parcial de maneira democrática no país, torna-se necessário analisar a composição de grupos de interesse que, na maior parte das vezes, não são homogêneos em suas decisões (PUTNAM, 2010).

Ademais, o papel do negociador-chefe (sente este representado geralmente pelo chefe de governo), como aquele capaz de formalmente se colocar à frente dos dois níveis, não se restringe a representar os interesses dos grupos domésticos, uma vez que os próprios resultados da negociação impactam o fortalecimento (ou não) da posição do governante e de sua base de apoio. Tal fato se expressa, por exemplo, quando os líderes nacionais podem assumir internacionalmente uma posição que não possuem força para assumir no

nível doméstico. Além do poder de veto do negociador-chefe, conclui-se que este tende a apresentar um acordo ou posição que implique em um retorno político significativo e o menor investimento de capital político possível (PUTNAM, 2010).

Em suma, a abordagem de Putnam (2010) por meio do jogo de dois níveis faz-se auxiliar para compreender a dinâmica de pressões internacionais que reverberam, positiva ou negativamente, na estruturação de forças domésticas e vice-versa e, além disso, fragmentar a posição do negociador-chefe, tendo em vista os interesses das forças políticas domésticas mais atuantes. Por isso, a adoção de uma análise multinível frente ao processo decisório de uma política externa permite desmistificar o interesse nacional unitário e, assim, reconhecer os conflitos emergentes na conciliação entre constrangimentos externos e internos.

Por sua vez, Figueira (2009), também levando em conta o modelo de Putnam, dedica-se à análise do processo decisório, especificamente na Política Externa Brasileira (PEB), diante da tradição pluralista que considera a variedade de atores capazes de influenciar a agenda internacional, por exemplo, a opinião pública, empresas, Organizações Internacionais e movimentos sociais, e, portanto, desqualifica a visão de Estado monolítico. Então, posto que o interesse nacional é flexível, faz-se importante compreender a dinâmica entre os poderes Executivo e Legislativo brasileiros no que concerne ao processo de tomada de decisão na política externa, tendo em vista que, como dito anteriormente, o objetivo do presente trabalho é expor os principais atores que influenciaram a política externa ambiental do segundo governo Lula na arena política.

Ao ponderar a divisão de competência entre os poderes no Brasil na tomada de decisões em Política Externa, é possível concluir que a atribuição de maiores instrumentos constitucionais para o Executivo contribui para a centralização partidária no Legislativo ao passo que os congressistas buscam obter maior poder de decisão frente às questões internacionais. Assim, as lideranças partidárias assumem no Congresso o papel de realizar a interlocução entre os poderes e, consequentemente, tentam priorizar agendas de seus interesses no processo legislativo (FIGUEIRA, 2009).

Em questões ambientais, observa-se um padrão histórico de posicionamentos ao longo do próprio desenvolvimento do regime ambiental internacional que demonstra uma centralização de decisões no Ministério das Relações Exteriores em um primeiro momento. Ou seja, a partir da década de 1970, quando o tema passou a fazer parte da agenda *soft* de grande parte dos Estados e tornou-se uma preocupação multilateral, o Brasil, ainda sob o autoritarismo do regime militar e visto internacionalmente como vilão ambiental, adotou uma postura denominada “desenvolvimento irrestrito” e, então, fez do tema uma questão retórica e mobilizou poucos atores. Todavia, a partir da redemocratização e, especialmente da década de 1990, identificou-se uma inflexão no posicionamento brasileiro acerca da questão ambiental por meio da instituição de uma postura proativa e do chamado “desenvolvimento sustentável”, então, o movimento de descentralização decisória da PEB

nesse quesito foi marcado pelo advento de grupos ambientalistas e de outros setores do governo capazes de desempenhar função técnica, o que pôde ser visto pela própria realização da Eco-92 no Brasil (FIGUEIRA, 2009).

Dessa forma, as transformações, tanto internacionais quanto domésticas, propiciaram a expansão da análise do processo decisório da agenda ambiental da PEB, posto que os anos 2000 foi palco para a atuação da inúmeras secretarias, gabinetes, institutos, grupos empresariais e Organizações Não-Governamentais na criação de programas e iniciativas que impactaram o posicionamento brasileiro em instâncias multilaterais que tratavam da questão ambiental. Ademais, o diálogo entre atores estatais e não-estatais foi favorecido pelo fortalecimento do espaço público destinado ao debate e, portanto, conclui-se que as demandas sociais e internacionais são melhor captadas por meio desses mecanismos transversais que permitem a interação interinstitucional (FIGUEIRA, 2009).

Por fim, o modelo do jogo dos dois níveis e o foco no processo decisório são metodologicamente auxiliares para o estudo que se propõe realizar nas seções seguintes em um contexto de horizontalização da PEB. Portanto, sob o prisma das abordagens referidas, pretende-se analisar a agenda ambiental do segundo governo Lula e, especificamente, a atuação de atores domésticos influentes no tema ambiental da COP-15, sendo esses os ambientalistas e os ruralistas.

A POLÍTICA EXTERNA PARA O MEIO AMBIENTE NO SEGUNDO GOVERNO LULA

No que se diz respeito à política ambiental brasileira, é possível observar uma tendência de adequação ao discurso promovido pelos organismos internacionais em prol da preservação do meio-ambiente ainda na década de 80, dada a vontade do Brasil em inserção e legitimidade internacionais durante a transição democrática. Esse posicionamento se manteve durante a década de 90 e se perpetuou pelos governos Lula e Dilma, garantindo ao Brasil um papel de emergente protagonismo internacional em determinados setores da pauta ambiental, geralmente promovidos por países desenvolvidos até então, realizando contribuições que não apenas mostram frutos na política doméstica, mas também foram “exportadas” para outros países, como o Fundo da Amazônia (PLATIAU, 2010).

De forma similar e ainda de acordo com Platiau (2010), a discussão sobre o aquecimento global manteve-se quase uniforme na política externa brasileira desde 1992 — ano em que foi realizada a Eco-92, sediada no Rio de Janeiro —, com a defesa de que os países desenvolvidos são os maiores responsáveis pelos problemas ambientais globais, não obstante a atuação internacional mais recente do Brasil no debate seja de responsabilização e compromisso com soluções climáticas. A participação e relevância brasileiros na pauta ambiental se dá também em detrimento dos recursos naturais dispostos pelo país, sobretudo considerando a pauta exportadora brasileira, baseada em

commodities e a importância da floresta amazônica para todo o mundo. Assim, a defesa do multilateralismo na área ambiental dos governos lulistas, sobretudo durante o segundo, pode ser explicada por seus interesses estratégicos em fomentar a relevância do Brasil no sistema internacional, tendo em vista também a diversificação das relações consolidadas no período, como a aproximação com países emergentes e do Sul global (NASCIMENTO, 2020).

Durante a 15º Conferência das Partes (COP) — sediada por Copenhague no ano de 2009 —, cujo principal fim era o de estabelecer metas para redução de Gases de Efeito Estufa (GEE), o posicionamento do Brasil, um dos países líderes na redação do documento final do evento, sobre o tema foi o de que as responsabilidades deveriam ser comuns e diferenciadas. Assim, no discurso de Lula, argumentou-se sobre injustiça por trás da defesa de que países em desenvolvimento, geralmente com um passado colonial, tivessem as mesmas responsabilidades e cumprissem as mesmas restrições que países centrais, uma vez que estes puderam se desenvolver sem empecilhos nos séculos passados. Sobre as medidas do governo brasileiro em relação ao meio ambiente, foram ressaltadas na Conferência as relativas ao compromisso em aprimorar a matriz energética do Brasil e reduzir o desmatamento em até 80% até 2020, sobretudo por serem em áreas em que poderia haver protagonismo brasileiro na agenda internacional (NASCIMENTO, 2020).

Contudo, apesar da maior participação brasileira em fóruns multilaterais e da diplomacia voltada para a esfera ambiental, o governo Lula, especialmente no período aqui compreendido, negligenciou políticas domésticas nessa mesma área. Assim, não obstante a defesa da priorização da agenda ambiental desde o primeiro governo lulista, com a promoção do desenvolvimento sustentável e inserção das pautas de preservação do meio-ambiente em diversos ministérios, de acordo com algumas leituras, os interesses preponderantes foram os econômicos, sendo insuficiente a vontade política para que medidas efetivas fossem aplicadas. Dentre as causas disso, encontram-se os interesses distintos de diferentes grupos, de forma que para garantir sua governabilidade e apoio políticos, a atuação de Lula em relação à preservação ambiental no âmbito doméstico foi, por vezes, contraditória; apesar disso, durante seu segundo mandato, há necessidade de destacar algumas medidas adotadas, como a criação da Secretaria sobre Mudança do Clima (2007) e o envio, no ano de 2008, do Projeto de Lei de Mudança do Clima ao congresso (TEIXEIRA, 2016).

Ainda no final do seu segundo mandato, Lula conseguiu, a partir do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, anunciado em 2008, romper com o discurso tradicional acerca da Amazônia e tomou medidas mais ferrenhas rumo à redução do desmatamento, não obstante fosse um período de crescimento econômico. Dessa forma, entre 2005 e 2009, o objetivo de reduzir a desflorestação da região amazônica — que, juntamente com a do Cerrado, é responsável por metade das emissões de GEE — mostrou-se bem sucedido e foi responsável por uma redução de 25% das emissões. Assim, apesar de o período

compreender um momento de crescimento econômico do país e das deficiências do governo na aplicação de políticas ambientais domésticas, houve uma demonstração de uma maior capacidade do Estado em fiscalizar e penalizar as tentativas de desmatamento da Amazônia, bem como é possível observar um fomento à criação de áreas protegidas e a conscientização da população acerca dos benefícios da preservação ambiental, contando também com a cooperação entre outros países em que a floresta estende-se (TEIXEIRA, 2016).

Vale mencionar o perfil *sui generis* do Brasil em relação a outros países em desenvolvimento quando se trata de emissões de GEE, uma vez que as matrizes energéticas utilizadas na maior parte do país são de baixa intensidade de carbono, como hidrelétricas, e há um uso intenso de biocombustíveis, como o etanol. Aqui, faz-se pertinente mencionar que a discussão internacional acerca do aumento do desmatamento e da insegurança alimentar dado a necessidade de monoculturas de larga escala para produção de biocombustíveis no Brasil foi renovada, dado que a partir de 2006 Lula passou a defender com mais intensidade o uso de biocombustíveis no plano global, de maneira que em 2010 o etanol já era responsável por 20% da matriz energética brasileira. O empenho na defesa de tal matriz energética foi enfraquecido, contudo, com a descoberta de reservas de petróleo na camada do pré-sal a partir de 2008, o que demonstra a sobreposição dos interesses econômicos em detrimento da pauta ambiental (TEIXEIRA, 2016; VIOLA, 2010).

ATORES DOMÉSTICOS E A INFLUÊNCIA NO PROCESSO DECISÓRIO DA PEB: AMBIENTALISTAS E RURALISTAS FRENTE A POLÍTICA EXTERNA AMBIENTAL (2007-2010) E O CASO DA COP-15

O posicionamento ruralista a partir da Frente Parlamentar da Agropecuária diante da COP-15

Considerando o tradicional papel de país exportador de produtos primários, o Brasil mantém historicamente a agricultura e pecuária como setores essenciais para a economia, apesar da perda gradual de participação dessa área no PIB e do destaque da indústria e do setor de serviços, refletindo, consequentemente, na formação de forças políticas e sociais. Durante os dois primeiros governos de Lula, e especificamente entre 2000 e 2010, é possível notar um cenário favorável para o agronegócio brasileiro, uma vez que os investimentos em pesquisa e desenvolvimento foram refletidos no aumento da produtividade e na modernização do setor, além do próprio crescimento da economia mundial, da ascensão das economias emergentes e o "boom das commodities" (CICERI, 2019). Nesse cenário, faz-se necessário compreender as dinâmicas pelas quais as principais representações dos interesses do agronegócio se manifestam no sistema político brasileiro, seja por meio de Frentes Parlamentares ou por grupos de pressão.

As Frentes Parlamentares – caracterizadas pela associação suprapartidária de parlamentares destinadas a dialogar, no âmbito do poder Legislativo, temas sociais, econômicos e ideológicos de interesse da sociedade civil – abarcam a chamada Bancada Ruralista, isto é, a Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA). Esta foi formalmente instituída em 2008, já com uma quantidade significativamente grande de parlamentares que a compunham, a fim de advogar pelos interesses de uma parcela minoritária e mais elitizada do setor agrícola sob uma perspectiva ideologizada. Dessa forma, a Bancada Ruralista é capaz de promover articulações políticas e coalizões no Congresso brasileiro com outras forças ou bancadas tradicionalmente conservadoras e, portanto, a influência dos interesses do agronegócio no contexto político não se restringe aos assinantes da FPA, inclusive, também se propaga em postos chaves do Executivo a depender da composição do governo no poder (CICERI, 2019).

Partindo da análise da Bancada Ruralista como elemento do Congresso nacional e ator passível de influência na definição de agenda de política externa, é possível verificar que entre 2003 e 2010, ou seja, durante os governos Lula, os membros da bancada não formaram maioria nas Comissões de Relações Exteriores da Câmara. Tal fato, além de corroborar com a ideia de que a influência dos agropecuários não se limita ao Legislativo, também ressalta que a atuação desse setor por meios não burocráticos ocorre e dificilmente é registrada pela mídia nacional, o que dificulta o exame acerca da intervenção dos ruralistas no processo decisório da PEB. Contudo, isso não anula o fato de que a partir dos anos 2000 a FPA buscou aumentar sua atuação autônoma em questões internacionais a partir da institucionalização política de seus interesses, o que, em última instância, concede o papel de ator de política externa à Frente Parlamentar referida (CICERI, 2019). Por exemplo, em 2008 houve o Decreto nº 6.464, este que instituiu a participação de membros do agronegócio em missões diplomáticas a determinados parceiros comerciais do país, o que demonstra a preocupação em abranger as pautas do agronegócio no processo decisório (SIEBENEICHLER, 2021).

A fim de estudo de caso do presente trabalho, a 15º Conferência das Partes ou COP-15, já mencionada anteriormente, faz-se como uma exemplificação de posicionamento brasileiro sob a ótica das influências durante o processo decisório da agenda ambiental da PEB. Desse modo, a questão das mudanças climáticas após 2009 adentrou o Congresso Nacional com a aprovação da lei de metas de reduções voluntárias perante a COP-15, além da criação do Fundo Nacional para Mudanças Climáticas, no qual pressupunha recursos para a mitigação e adaptação na área climática. Ressalta-se que as metas de redução estão relacionadas diretamente com o uso da terra e o desmatamento, uma vez que o Brasil, ao contrário da maioria dos países que são os maiores emissores de Gases do Efeito Estufa (GEE), possui fontes de energia majoritariamente renováveis, portanto, a atuação do agronegócio por meio do uso indevido de terras é vista como uma das principais causas das emissões brasileiras (ESTEVO, 2012).

Então, a partir do exame das emissões nacionais por setores e quantidades, conclui-se que o setor de Mudança do Uso da Terra e Floresta, que inclui desmatamentos e queimadas, e o setor da agropecuária (este responsável principalmente pela grande emissão de metano mediante o rebanho brasileiro) despontam como as maiores porcentagens de emissão. Nesse sentido, o estabelecimento da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) de 2009 direcionou as metas voluntárias do país, tendo como base de cálculo as emissões de 2020, em direção ao combate ao desmatamento, uma vez que também se considerava que ações nesse âmbito seriam menos restritivas ao crescimento econômico em comparação à mitigação de emissões em setores industriais, por exemplo (ESTEVO, 2012).

Embora a posição brasileira na COP-15 seja vista como positiva à medida que se assume um compromisso com as medidas de redução de GEE, o contexto interno que se colocou como plano de fundo para a instituição do PNMC abarca variadas coalizões e interesses. Identifica-se, principalmente, três coalizões que atuaram na questão da mudança climática, sendo duas delas mais reformistas e defensoras da atuação do governo federal para a promoção de energias renováveis; por sua vez, a terceira coalizão, representada pelo setor agropecuário, aponta um caminho evidentemente menos reformista e, logo, defendia que o controle do desmatamento na Amazônia deveria ser realizado por mecanismos de mercado de emissão (ESTEVO, 2012).

No contexto de ascensão dos temas referidos no debate internacional e, consequentemente, nacional, a Bancada Ruralista utilizou argumentos negacionistas para deslegitimar o regime internacional ambiental e de mudanças climáticas. Inclusive, alguns deputados membros da FPA alegaram que o encontro em Copenhague seria uma “perda de tempo” ao Brasil, tendo em vista que a Convenção representaria uma pressão dos países desenvolvidos sob os demais Estados, o que demonstra que o negacionismo seria, muitas vezes, justificado por uma posição soberanista. Ainda, há o levantamento de argumentos que associam o aquecimento global e as mudanças climáticas a uma suposta narrativa da esquerda, pressupondo que uma “conspiração” comunista visaria instituir o controle sobre políticas ambientais, o que ganhou espaço na mídia nacional, apesar da falta de embasamento científico e grande viés ideológico anti-progressista (MIGUEL, 2022).

Outrossim, em 2009, o cenário de implementação do PNMC e a posição brasileira na COP-15 abarcou a luta política da reformulação do Código Florestal, contando com a iniciativa da FPA, na qual propunha mudanças no código a fim de que terras que, naquele período, estavam irregulares e sob multas fossem, então, postas na legalidade. Portanto, as mudanças climáticas adentram o debate partindo de organizações e/ou grupos ambientalistas, entretanto, são vistas pelo setor ruralista, em grande medida, como irrelevantes para a questão do Código e do desmatamento. Viu-se, em audiências públicas realizadas pelo Congresso no ano referido, que a pressão sobre a flexibilização na regulamentação de terras contava com o negacionismo climático como uma ferramenta

retórica para desassociar os compromissos climáticos das responsabilidades ambientais e isso se dava por meio do discurso político de que a preocupação com mudanças climáticas representaria uma barreira à soberania do país, ao agronegócio e ao crescimento econômico (MIGUEL, 2022).

Sendo assim, os comentários acerca da COP-15 advindos de determinados deputados da FPA– tomando como exemplo Aldo Rebelo, mesmo este não sendo necessariamente do campo ideológico da direita – giravam em torno do imaginário de que as pressões ambientais internacionais se inseriam em um contexto de disputa comercial do Brasil com seus “concorrentes”. Dessa forma, os interesses agropecuaristas eram postos como capazes de propagar qualidade de vida para a população brasileira, uma vez que as pautas ambientalistas “impediam” o trabalho na terra daqueles que dependiam dessa atividade para sobreviver. Tem-se, assim, a construção de um negacionismo climático que resgata elementos nacionalistas e liberais para fragilizar a força dos acordos internacionais que impunham um controle mais rígido do desmatamento, como é o caso das metas de redução de emissões da COP-15, e mitigar a atuação estatal nesse quesito (MIGUEL, 2022).

O posicionamento dos setores ambientalistas domésticos e a influência na COP-15

Para além dos interesses ruralistas tratados na seção anterior, a política externa ambiental do período aqui compreendido também foi influenciado por lideranças e perspectivas ambientalistas domésticas, com as decisões e posicionamentos tomados durante o governo Lula. Dessa forma, nomes como o de Marco Aurélio Garcia, secretário e intelectual do Partido dos Trabalhadores (PT) e dos ministros do Meio Ambiente Marina Silva e Carlos Minc, foram de grande importância. Contudo, mesmo entre os setores de esquerda em que havia um maior esforço em apoiar medidas de preservação do meio ambiente, conflitos e discordâncias se fizeram presentes. Havia, assim, setores de lideranças do PT contrários aos posicionamentos da ex-seringueira Marina Silva, que consideravam seus posicionamentos pró-ambientalismo um empecilho para o desenvolvimento do Brasil e reivindicavam mais flexibilização de barreiras ambientais. Dessa forma, políticas públicas internas e a política externa foram impactadas pelas disputas de interesse não apenas com parlamentares ruralistas, mas também pelos próprios setores do partido, a partir de discordâncias e incompatibilidades ideológicas (NASCIMENTO, 2020).

Ao considerar a realidade de um governo com características conciliadoras como o de Lula, encontram-se alguns impedimentos para que os objetivos e ideais de preservação ambiental defendido por setores e militantes ambientalistas que compunham o corpo de aliados desde os momentos fundacionais do PT fossem postos em prática. Isso porque, na prática, diferentes interesses estavam em jogo, bem como a disponibilidade de recursos e prioridades, elementos que, somados ao complexo funcionamento prático da máquina

pública no Brasil, tornam insuficientes a vontade política e o desejo em destacar as pautas ambientalistas. Assim, contradições internas no que tange a temática do meio ambiente fizeram-se presentes no cotidiano do governo Lula como um todo. Destacam-se as em decorrência da necessidade de governabilidade num contexto em que havia segmentos com interesses distintos e paradoxais entre si, tendo como exemplo a existência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) (KAGEYAMA; SANTOS, 2012).

Os órgãos supracitados representavam, respectivamente, os interesses do setor agropecuário, alinhado aos ruralistas, e os da agricultura familiar, muito mais próxima da práxis de cultivo recomendada pelos setores ambientalistas, dado seu baixo impacto ambiental. Dessa forma, a fim de tentar atender ambos os grupos, o governo lulista tentava se organizar para atender a duas formas de financiamento e assistência, não obstante, sob a gestão de Marina, principalmente, o objetivo de dar maior poder político aos produtores rurais de menor escala fosse um ponto de importância. Contudo, na prática, o MAPA possuía um maior papel de barganha, colocando as aspirações ambientalistas de fomentar a agricultura familiar, verdadeira responsável pela alimentação da população brasileira, em detrimento do agronegócio, numa posição de escanteio e negligência (KAGEYAMA; SANTOS, 2012).

A partir do que foi explanado sobre o funcionamento da governabilidade do governo Lula sobre a temática ambiental, a política externa do Brasil sobre essa mesma discussão pode ser melhor compreendida e contextualizada. Assim, para os fins deste trabalho, será abordado como os atores domésticos representantes dos interesses ambientalistas influenciaram o posicionamento brasileiro na COP 15. O evento foi considerado um ponto chave para o debate da mudança climática no sistema internacional, dado os avanços que representou na esfera das ideias coletivas das questões ambientais tanto para governos quanto para academia, sociedade civil e mídia. Sobretudo para os que defendem-o como um *turning point*, houve até mesmo a expectativa de que acompanhando o destaque de figuras políticas como a de Marina Silva e Al Gore, mais políticos *green oriented* fossem eleitos em diversos países (SOUZA, 2011).

A saída da ex-seringueira do cargo de ministra no ano de 2008 se deu em detrimento de sua discordância com o governo em relação à revogação do Plano de Prevenção e Combate ao Desmatamento na Amazônia (PPCDAm), que flexibilizaria as regras contra desmatamento na Amazônia para atender aos interesses contrários aos ambientalistas e representaria uma negligência e marginalização de pautas ambientais. Portanto, em 2009, o cargo de Ministro do Meio Ambiente não era mais ocupado por Marina Silva, mas sim por Carlos Minc, um dos fundadores do Partido Verde (PV) e histórico aliado da causa ambiental. Dessa forma, o posicionamento pró-preservação ambiental adotado pelo Brasil no evento supracitado não contrariou a trajetória da ex-ministra, mas sim endossou, de forma geral, seus posicionamentos, sendo um marcador de sua influência no segundo governo Lula, bem como o de outros atores pró-meio ambiente (OLIVEIRA, 2016).

O próprio compromisso em reduzir o desmatamento da Amazônia em 80% até 2020, assumido na COP-15 pelo Brasil, reflete os esforços de Marina durante sua gestão (2003-2008), que trazia enfoque para a mitigação do desmatamento por meio do planos de ação que promovem o aumento do monitoramento e a agilidade da penalização de crimes ambientais (MARINA…, 2005). Contudo, a ex-ministra demonstrou frustração com os resultados obtidos e com a atuação do Brasil no evento, uma vez que considerou o acordo incompatível com os recursos dispostos e insuficiente para as demandas o nível de necessidade de preservação do planeta (MOREIRA, 2009). Além disso, não obstante o posicionamento pró-ambientalismo adotado por Lula no evento, houve críticas de diferentes setores acerca dos resultados obtidos. Até mesmo Minc mostrou-se insatisfeito, bem como secretária Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente, Suzana Kahn, a qual demonstrou contrariedade com a Conferência por considerar que houve uma manutenção do papel de marginalização imposto aos países em desenvolvimento se em relação ao países desenvolvidos, os quais tiveram suas pautas priorizadas (RESULTADO…, 2009).

Por sua vez, para representantes de atores como o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST), a COP-15 foi avaliada como um fracasso, uma vez que a questão ambiental não pode ser resolvida por aqueles que a causaram, não sendo a questão do clima uma verdadeira preocupação na agenda do sistema internacional que opera sob uma lógica do capital (MOVIMENTOS…, 2010). Essa avaliação também é compartilhada por outros movimentos sociais de todo o mundo, críticos ao “Entendimento de Copenhague” aprovado sob pressão dos Estados Unidos, que limita as discussões sobre os compromissos de Kyoto e dá prioridade para ações voluntárias pautadas no livre comércio (SORIANO, 2010).

Dessa forma, tem-se que o movimento ambientalista brasileiro, se comparado com da Europa, por exemplo, apresenta grande proximidade com o sistema político, especialmente com o poder executivo, tecendo influência significativa sobre o processo decisório de governos que estão abertos para as ideias de conservação ambiental, como é o caso dos governos petistas abordados durante o trabalho (OLIVEIRA, 2021). A partir do impacto de figuras como a de Marina Silva, grande nome da causa ambiental no Brasil, dado seu cargo de ministra do MMA e sua trajetória política, e do aumento da participação política de movimentos sociais voltado para questões agrárias e ambientais, como o MST, pode-se considerar que as decisões tomadas no âmbito da política externa de Lula teve influências significativas de grupos ambientalistas.

Nesse sentido, o posicionamento brasileiro assumido na COP-15 pode ser classificado como mais próximo dos ambientalistas, embora não se descarte as críticas feitas por esses acerca dos compromissos que o país assumiu naquela ocasião. Tal fato é passível de ser comprovado a partir do próprio discurso do presidente Lula na Conferência, no qual ressalta a importância de se discutir e tomar medidas para a questão climática e classifica a posição brasileira como “muito ousada” à medida que se tinha aprovado

no Congresso uma lei para reduzir as emissões de GEE de 36,1% a 38,9% até 2020. Ainda, Lula destaca que a concretização dessa meta de redução de GEE passaria por transformações no sistema de agricultura e pela redução do desmatamento da Amazônia em 80% até o mesmo ano referido (INSTITUTO LULA, 2019).

Outrossim, em contradição às alegações de alguns membros da FPA de negacionismo acerca das mudanças climáticas e de subordinação brasileira frente aos países ricos, Lula enfatizou a necessidade de se considerar a comprovação científica do aquecimento global e também a diferenciação quanto às responsabilidades dos Estados. Isto é, o presidente mencionou a típica ingerência dos países desenvolvidos nos países pobres, mesmo que por meio indireto, e constatou a injustiça que se comete ao restringir o desenvolvimento dos países que tardaram a "crescer". Nesse quadro, Lula afirma compreender o papel dos países mais ricos, entretanto, entende que "não podem ser aqueles que vão nos salvar" perante os problemas sociais das nações subdesenvolvidas. Por isso, ao final de seu discurso, o presidente insiste em incutir um tom de cooperação entre os Estados a fim de que o ponto em comum seja o compromisso em preservar "o futuro do planeta Terra" (INSTITUTO LULA, 2019).

CONCLUSÃO

Considerando que a proposta inicial do trabalho se delimitou em compreender o posicionamento adotado pela PEB no que concerne a agenda ambiental e, especificamente, a COP-15 diante da influência de atores domésticos ambientalistas e ruralistas e sob a ótica da Análise de Política Externa, tem-se que o objetivo do estudo foi concluído. Isto é, foi possível identificar as dinâmicas de interação dos atores mencionados no sistema político brasileiro e na agenda de PEX do país, utilizando os posicionamentos e declarações dos principais representantes desses setores. Logo, conclui-se que a posição brasileira na COP-15 se distancia do discurso da FPA no que concerne uma posição soberanista e negacionista e que, em última instância, não propaga a narrativa de que ações no âmbito ambiental e/ou climático seriam opostas ao desenvolvimento do país. Desse modo, o discurso de Lula em Copenhague evidencia uma maior aproximação com os setores ambientalistas na arena política do Brasil naquele período justamente a partir da disposição que se viu ao assumir um compromisso na Conferência.

Assim, considerando a análise de processo decisório e a perspectiva do jogo dos dois níveis expostos anteriormente, tem-se que a interação entre a política doméstica e a política externa brasileiras, especificamente em 2009, demonstra uma disputa política no que tange a definição da agenda ambiental do Segundo Governo Lula. Ao definir a COP-15 como estudo de caso, percebe-se que a capacidade do Brasil em manejar as pressões internas de setores ambientalistas, inclusive do próprio PT, e do próprio Sistema Internacional resultou em um posicionamento visto como favorável às causas de

sustentabilidade internacional. Isso não significa que as opiniões, interesses e pressões de grupos ruralistas ou aliados ao agronegócio não tenham sido relevantes para moldar o posicionamento brasileiro, todavia, é possível observar, a partir do discurso de Lula e dos impactos internos posteriores da Conferência, que a politização do tema ocorreu em maior medida nos quadros que compunham o governo.

Ademais, ressalta-se que não se trata de um consenso doméstico sobre tal ação externa do país, nem mesmo entre os próprios grupos ambientalistas, todavia, o objetivo é, enfim, evidenciar a contradição entre as lutas políticas domésticas e a atuação internacional do Brasil. Ou seja, o presidente Lula, como aquele que se coloca à frente dos dois níveis, representou, na esfera internacional, um realinhamento de forças que demonstra que os setores ambientalistas foram capazes de alterar, de maneira mais nítida, essa agenda de política externa nas circunstâncias descritas. Essa análise multinível permite reconhecer que os interesses dos ambientalistas não se consagram como um interesse nacional unitário e que as pressões internacionais afetam os grupos domésticos diferentemente de acordo com seus próprios objetivos.

Por fim, desdobramentos políticos mais recentes demonstram a relevância do presente trabalho à medida que o terceiro mandato de Lula, mesmo que ainda iniciante, demonstrou a utilização da agenda ambiental para alavancar o país nas negociações internacionais, ou seja, a questão ambiental voltou a ser um elemento central para a PEB e propiciou a presença brasileira em outros temas e instâncias. Além do novo governo abarcar novamente Marina Silva como ministra do meio ambiente, tem-se que em 2025 o Brasil sediará a COP-30, especificamente em Belém, o que foi resultado da aceitação da Organização das Nações Unidas do pleito do próprio presidente Lula. Nesse contexto, faz-se possível a realização de análises que se dediquem a compreender a magnitude desse evento em território brasileiro e o impacto da Conferência para a PEB e para as políticas ambientais domésticas.

REFERÊNCIAS

CERVO, Amado Luiz; BUENO, Clodoaldo. **História da Política Exterior do Brasil**. 4. ed. Brasília: Editora da UnB. 2011.

CICERI, Larissa A. O processo de especialização da economia brasileira no setor agropecuário e a Bancada Ruralista como ator de Política Externa **(2006-2009).** Orientador: Eduardo Ernesto Filippi. 2019. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Relações Internacionais, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/224812>. Acesso em: 29 mai. 2023.

ESTEVO, Jefferson S. **A Política Externa do presidente Lula da Silva no âmbito das mudanças climáticas (2003-2009).** Orientador: Enrique Amayo Zevallos. 2012. 78 f. Dissertação - Mestrado em Relações Internacionais, San Tiago Dantas, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.funag.gov.br/ipri/btd/index.php/10-dissertacoes/1824-a-politica-externa- do-presidente-lula-da-silva-no-ambito-das-mudancas-climaticas-2003-2009>. Acesso em: 29 mai. 2023.

FIGUEIRA, Ariane C. R. **Processo Decisório em Política Externa no Brasil.** Tese (Doutorado em Ciência Política) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP. São Paulo, 2009.

INSTITUTO LULA. **Amazônia: resgatamos o discurso de Lula na COP-15.** 23 ago. 2019. Disponível em: <https://institutolula.org/em-2009-lula-estabelecia-meta-de-reducao-de-80-no-desmat amento-da-amazonia>. Acesso em: 1 jun. 2023.

KAGEYAMA, Paulo Y.; SANTOS, João D. Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **FAAC,** Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, out. 2011/mar. 2012.

MARINA Silva explica plano para reduzir desmatamento. **Câmara de Deputados**, 2005. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/67395-marina-silva-explica-plano-para-reduzir-de smatamento/. Acesso em: 06 jun. 2023.

MIGUEL, Jean Carlos H. A "meada" do negacionismo climático e o impedimento da governamentalização ambiental no Brasil. **Sociedade e Estado**, v. 37, n. 1, p. 293-315, jan. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/wCDHY4RdNWSBZC5m6Q7fpBx/#>. Acesso em: 1 jun. 2023.

MOREIRA, Marli. Marina Silva se diz frustrada com resultados da COP-15. **Agência Brasil**, 2009. Disponível: http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2009-12-19/marina-silva-se-diz-frustr ada-com-resultados-da-cop-15. Acesso em: 06 jun. 2023.

MOVIMENTOS sociais fazem avaliação da COP-15 no FSM. **MST**, 2010. Disponível em: https://mst.org.br/2010/01/28/movimentos-sociais-fazem-avaliacao-da-cop-15-no-fsm /. Acesso em: 08 jun. 2023.

NASCIMENTO, Victor de Matos. A política externa do governo Lula para a agenda ambiental: uma análise à luz de teorias de processo decisório. **Revista Conjuntura Global**. Curitiba, v. 9, n. 2, p. 180-196, 2020.

OLIVEIRA, Marilia Silva. Movimentos sociais em interação com partidos políticos: a experiência do movimento ambientalista com o Partido dos Trabalhadores. **Opinião Pública**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 586-622, mai./ago. 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/op/a/crbCmLwkGqdXH84Knk8dSnR/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 13 jun. 2023.

PLATIAU, Ana Flávia B. When emergent countries reform global governance of climate change: Brazil under Lula. **Revista Brasileira de Política Internacional**. 53 (special edition), p. 73-90, 2010.

PUTNAM, Robert D. Diplomacia e política doméstica: a lógica dos jogos de dois níveis. **Revista de Sociologia e Política,** Curitiba, v. 18, n. 36, p. 147-174, jun. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsocp/a/qZDV3KMBGGt7RQNCR37Ymkk/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 2 maio 2023.

RAMANZINI JÚNIOR, Haroldo; FARIAS, Rogério de S. **Análise de Política Externa.** Editora Contexto, São Paulo, 2021.

RESULTADO da COP 15 é insuficiente, diz Minc. **gov.br**, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/resultado-da-cop-15-e-insuficiente-diz-minc. Acesso em: 05 jun. 2023.

SIEBENEICHLER, Amanda J. **A influência do agronegócio na Política Externa Ambiental Brasileira.** Orientador: André Luiz Reis da Silva. 2021. 120 f. Dissertação - Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/221650>. Acesso em: 29 mai. 2023.

SORIANO, Rafael. Via Campesina convoca ações pela justiça climática. **MST,** 2010. Disponível em: https://mst.org.br/2010/11/19/via-campesina-convoca-acoes-pela-justica-climatica/. Acesso em: 07 jun. 2023.

TEIXEIRA, Juliane Rodrigues. Las relaciones internacionales y el papel de Brasil en la gobernanza climática global durante el gobierno de Luis Inácio Lula da Silva (2003-2010). **Revista Nuevo Humanismo**. Chile, v. 4, n. 2, p. 51-74, dez. 2016.

VIOLA, Eduardo.. A política climática global e o Brasil: 2005-2010. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). **Revista Tempo do Mundo (RTM):** v. 2, n. 2, p. 81-117, 2010. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs. Acesso em: 10 mai. 2023.

LOS PLÁSTICOS: EL GRAN PROBLEMA AMBIENTAL DE NUESTRA ÉPOCA

Data de aceite: 02/09/2024

Tania Tamara Sánchez Castellanos

Alberto Cedeño Valdiviezo

RESUMEN: Con la actual contaminación del planeta, se han venido a poner en evidencia algunos de los materiales y substancias que causan mayormente esta contaminación. Los plásticos son uno de esos productos que, en los últimos años, han contaminando cada vez más y de manera importante al ambiente, esto debido a la gran dificultad para ser absorbidos por el suelo y a las dificultades para poder ser reutilizados. Nuestra vida está rodeada de plásticos y cada vez dependemos más de los artículos elaborados con este material, lo cual nos dificulta mucho el poder prescindir de ellos. Este trabajo aborda el gran problema que representan en la actualidad los plásticos y, al final del mismo, se presentan algunas propuestas para modificar nuestra manera de vivir, es decir, el intentar vivir sin tantos plásticos.

PALABRAS CLAVE: plásticos, contaminación, calentamiento global, cambio climático, sustitutos de los plásticos.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y los consecuentes desastres naturales

Con la aceptación mundial del cambio climático que se ha manifestado de manera más clara a partir de la aparición de los desastres naturales ocurridos desde el año 2004, iniciando con el famoso maremoto en el Océano Índico que cobró la vida de más de 200 mil personas, y dañó los medios de subsisencia de alrededor de 1.4 millones de sobrevivientes, al destozar campos, estanques, barcos y lugares de agricultura (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014), Posteriormente en el 2007, con las inundaciones en Pakistan (Guterres, 2008: 7) y, en México con la inundación del 62% del estado de Tabasco, que ocasionó un 75% de la población damnificada en 679 localidades de 17 municipios del estado, y daños materiales calculados en más de 3 billones de dólares americanos (González Arroyo, 2017: 106). Este hecho logró hacer enteder a las autoridades mexicanas

(y desde luego corroboró a nivel mundial lo que ya muchos especialistas habían estado vaticinado), las implicaciones que este cambio climático representa para las poblaciones más desprotegidas y vulnerables, además, entraron en la agenda política las medidas y acciones que deberían adoptarse para abordar efectivamente el problema. Como ejemplo de estas acciones, en el 2007 el gobierno federal mexicano desarrolló el *Plan Hídrico Integral de Tabasco* (PHIT), con el propósito de disminuir al máximo las condiciones de riesgo ante la continua ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos y posibles efectos del cambio climático (Ramos Reyes y Palomeque de la Cruz, 2019: 404). Ese mismo año en Asia, se desarrolló una *Estrategia Nacional para la Prevención, Respuesta y Mitigación de Desatres Naturales*, así como la *Ley de Prevención y Control de Desastres Naturales* en Viet Nam. Posteriormente, en el 2010, el Primer Ministro de la República Democrática Popular Lao emitió un Decreto sobre la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

Figura 1

La inundación de Tabasco en el 2007

Nota: Aproximadamente 80 % de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, quedó inundada. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 27 de octubre de 2017) (Tabascohoy.com)

Toda esta situación pudo haberse detenido en los años 2020 y 2021, ya que con la pandemia del COVID-19, se tuvieron que desarrollar nuevas y mejores tecnologías para permitir que las personas pudieran cumplir con sus obligaciones laborales y escolares sin salir de casa, lo que supuso una reducción en el uso del transporte y en otros tipos de consumos que la vida sin pandemia supone (a lo cuál habría que agregar una baja en el consumo en general debido a la pérdida de empleos y una disminución del poder adquisitivo de la gente), sin embargo, se trata de un tema aún reciente y con información contradictoria, como el artículo publicado por la revista *Ciencia* de la UNAM escrito por

Guerero Mothelet en junio de 2020[1], mediante el cual se nos informaba: “Aumento récord de CO_2 en mayo pese a coronavirus”, o lo reportado por la ONU en noviembre de 2020 bajo el titular: “Ni el confinamiento por COVID-19 da tregua al cambio climático: los gases que calientan la Tierra llegan a niveles récord[2]”. En contraposición lo reportado por la ONU México en diciembre de 2020, “La recucuperación sostenible de la pandemia es esencial para cerrar la brecha de emisiones: informe de la ONU[3]”, o el artículo realizado por Mariana Perales por parte del Tecnológico de Monterrey “El coronavirus llegó y afectó… pero el planeta respiró[4]”, donde esta experta en el tema explica como el COVID-19 redujo las emisiones de gases, y ayudó a la creación de un aire más limpio.

Antes de los esfuerzos concertados para reducir el impacto de la contaminación en la década de los 80, el control ambiental apenas existía y se orientaba principalmente a tratamientos de residuos para evitar daños locales, con una perspectiva a muy corto plazo. A medida que se ha intensificado el ritmo de la actividad industrial, y que se fueron caracterizando los efectos del cambio climático, se impulsó el control de la contaminación como estrategia para proteger al ambiente. Para ello, se utilizaron dos conceptos base: 1) la *capacidad de asimilación*, y que se refiere al reconocimiento de un cierto nivel de emisiones contaminantes al entorno sin efectos apreciables en la salud ambiental y humana, al que llamamos *resiliencia* y, 2) el *principio de control*, que supone que el daño ambiental puede evitarse controlando la forma, la duración y la velocidad de la emisión de contaminantes al ambiente (Spiegel y Maystre, 1998: 55.2). Este segundo concepto es el que nos ocupa.

El problema con los plásticos

Se estima que 8,300 millones de toneladas métricas de plásticos se fabricaron desde la producción industrial inicial de este material hasta el año 2017, de las cuales aproximadamente 6,300 millones de toneladas se han convertido en residuos. De estos, se calcula que únicamente el 9% se ha reciclado, el 12% se han incinerado y, el resto, es decir el 79%, se acumula en vertederos o invade entornos naturales (Parker, 2017). Uno de los ejemplos más visibles de la contaminación por plásticos es la de los océanos. Se calcula que en promedio se arrojan más de 200 kilos de plástico por segundo a los mares y océanos, el 70% de los cuales se va al fondo marino y el 15% se queda flotando. Por ello, al menos 100 mil animales marinos mueren al año por causas asociadas a este tipo de contaminación, con lo que 700 especies marinas son amenazadas. Sin embargo, a pesar de la gravedad, este no es el único problema de la contaminación por plásticos (Fundación Aquae, s/f), como ejemplo, tenemos la migración de tóxicos por lixiviados, la emisión de $C0_2$ y otros gases en las etapas de producción, conformación y degradación del plástico, o la ingesta de microplásticos por parte de seres humanos y animales, entre otros.

1 http://ciencia.unam.mx/leer/1012/aumento-record-de-co2-en-mayo-pese-a-coronavirus-
2 https://news.un.org/es/story/2020/11/1484462
3 https://www.onu.org.mx/la-recuperacion-sostenible-de-la-pandemia-es-esencial-para-cerrar-la-brecha-de-emisiones--informe-de-la-onu/
4 https://tec.mx/es/noticias/estado-de-mexico/educacion/el-coronavirus-llego-y-afecto-pero-el-planeta-respiro

Según datos de la asociación *PlasticsEurope* (2021: 16-17), tan solo en 2019 la producción de plásticos en el mundo alcanzó los 368 millones de toneladas, nueve toneladas más que en el año anterior. En Asia se produjeron algo más de la mitad de los plásticos del mundo (51%). No es de extrañar que ese año, China fuese el país que generó más residuos plásticos de un solo uso, además, fue responsable del 31% de la producción mundial de plásticos fabricando 82 kg per cápita, mientras que Japón con solo el 3% de la producción mundial, logró producir 88 kg per cápita. En los países del TLCAN (actual T-MEC que incluye a Canadá, Estados Unidos y México), se produjo el 19% del plástico mundial en total, lo que equivale a 141 kg per cápita, la cifra más alta por persona (Statista, 2021).

La respuesta de los gobiernos en distintas partes del mundo, sobre todo por la presión que han ejercido distintos organismos como Greenpeace y ONU Medioambiente, ha sido implementar medidas de corte político y acuerdos a niveles internacional, nacional y subnacionales, todos estas medidas bajo el argumento que son “para regular el uso de plásticos”. Sin embargo, la mayoría de ellas se refieren a la prohibición de bolsas plásticas y plásticos desechables (llamados de un solo uso) (ONU Medio Ambiente, 2018:6).

En el mejor escenario, si se pudiera pensar que la prohibición de bolsas de plástico se implementara de manera correcta bajo una planificación bien pensada y estructurada (que pudiese contrarrestar y mitigar las consecuencias del uso de plástico), esta medida no resultaría suficiente. Los gobiernos deben promulgar políticas que impulsen modelos de diseño enfocados a la circularidad del material en los cuales los desechos plásticos se vean como recursos, al tiempo que se trabaja a favor de la restauración de los sistemas naturales. Además se deben mejorar los sistemas de gestión de residuos, e introducir incentivos financieros y fiscales para cambiar los hábitos de los consumidores (minoristas y fabricantes), de igual manera, se deben destinar más recursos a la investigación y al desarrollo de materiales alternativos, sensibilizar a los consumidores y financiar la innovación (ONU Medio Ambiente, 2018: 6).

Así, este trabajo de investigación tiene como objetivo principal exponer la situación actual de los plásticos en México, en el mundo, y proponer algunas medidas que a nivel doméstico, ayuden a la posible reducción de su uso, buscando modificar las costumbre de los usuarios .

Vale la pena preguntarse ¿cómo tendría que ser un modo de producción que tuviera como uno de sus objetivos principales controlar realmente la producción de plásticos?, y si ¿estamos preparados los humanos para asumir esta nueva forma de vida?

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación que respalda este artículo se basa en la tesis doctoral de la Mtra. Tania Sánchez, la cual ha retomado teóricamente ideas y conceptos propuestos por la permacultura y la ecología social. Así, la permacultura se presenta como una filosofía que busca trabajar de manera grupal con la naturaleza como una forma de vida, con lo que se obliga a un cambio en la visión del humano sobre el ambiente y la visión de las relaciones entre seres humanos. "Es dejar de lado la idea preconcebida de superioridad de lo antropogénico con respecto a otras formas de vida". La permacultura es una praxis con episteme (García Estrada y Col, 2017: 2175).

Por su parte, la ecología social propuesta por Murray Boockchin plantea que las crisis ecológicas y sociales se entrelazan de manera tal, que la dominación de la naturaleza es una proyección del dominio humano en la sociedad. La crisis ecológica no es el resultado de las elecciones individuales, la tecnología o el crecimiento demográfico, sino que, la causa principal es el irracional sistema social existente (Bookchin, 2015:26). El primordial objetivo de la ecología social (en la medida en que se conseve su poder de crítica radical), es armonizar la relación de la humanidad con la naturaleza, y ésto solo se logrará si se armoniza al mismo tiempo la relación del ser humano con el mismo ser humano, es decir, si se apunta a una sociedad ecológica. (Bookchin, 1977: 13).

Así, con base en diversos autores, se expone la situación actual del planeta por el cambio climático, el problema que representan los plásticos en este deterioro ambiental a nivel mundial y, de manera particular, el caso específico de México, para finalmente, ofrecer una serie de propuestas que pensamos pueden ayudar a las personas a cambiar su actitud y sus hábitos hacia los plásticos.

ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS PLÁSTICO

El auge del plástico fue posible gracias al auge de la industria petroquímica en las décadas de 1920 y 1930, cuando las empresas químicas empezaron a identificarse y trabajar con las empresas petrolíferas. Las refinerías de petróleo funcionan las 24 horas y generan continuamente productos derivados de los que es necesario deshacerse, como *el etileno*. Este subproducto encontró su utilidad en la industria del plástico[5], con ello el flujo continuo de petróleo no sólo proporcionó combustible para los automóviles, sino que alentó toda una cultura basada en el consumo de nuevos productos hechos de plástico.

¿Cuándo exactamente entramos en la era de los plásticos? El inicio de esta se podría establecer en función de diversas efemérides relacionadas con la ciencia, la industria o la tecnología de los polímeros, o una mezcla de todas ellas (García J. M., 2014: 18), para

5 En la actualidad, aproximadamente el 78% de la producción de etileno se utiliza para la fabricación de plásticos, ya sea de manera directa como en el caso de los polietilenos (PE) o como materia prima para monómeros del poliacetato de vinilo (PAV), policloruro de vinilo (PVC) o de los poliestirenos (PS), además de utilizarse como copolímero para cauchos (Sanz Tejedor, 2017).

Susan Frenkel (2012) “hay quien afirma que comenzó hacia la mitad del siglo XIX, cuando algunos inventores empezaron a desarrollar nuevos compuestos semi-sintéticos maleables a base de plantas, para sustituir materiales naturales escasos como el marfil. Otros sitúan la fecha en 1907, cuando Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer polímero totalmente sintético… [Con ello], “los humanos trascendieron las taxonomías clásicas del mundo natural: los reinos animal, mineral y vegetal, ahora se tiene el reino de los plásticos y es ilimitado” (Frenkel, 2012: 22).

Desde el punto de vista científico se podría considerar que fue en 1922, cuando el científico Staudinger propone una estructura básica de las macromoléculas (García J. M., 2014: 18). O también se podría situar el inicio de la era del plástico en 1934, poco después del bombardeo de Pearl Harbor, cuando el director del organismo responsable de abastecer el ejército estadounidense defendió la posible sustitución del aluminio, del latón y otros metales estratégicos por plásticos. La Segunda Guerra Mundial sacó a los polímeros del laboratorio y los introdujo en la vida real, muchos de los principales tipos de plástico que conocemos en la actualidad (polietileno, naylon, acrílico, espuma de poliestireno…) iniciaron su producción durante esa contienda. La cual aumentó para satisfacer las necesidades de la guerra y, cuando esta acaba, la industria inevitablemente tuvo que buscar mercado para tal producción. Así como recordó un ejecutivo de los primeros años del plástico, al final de la guerra resultaba evidente que <<casi nada estaba hecho de plástico, y se podía hacer cualquier cosa [con ese material]. Fue entonces cuando los plásticos realmente empezaron a infiltrarse en todos los resquicios de la vida cotidiana y se introdujeron sin hacer ruido a los hogares>> (Frenkel, 2012: 22). Otro momento que se puede considerar el inicio de la era de los plásticos, fue en 1950 cuando se sobrepasó la producción mundial de un millón de toneladas, o en 1976 fecha en la cual los plásticos eran ya los materiales más empleados (García J. M., 2014: 18). En la Figura 2 se puede apreciar uno de los efectos más controversiales de la producción de los plásticos.

Nota: Ropas, plásticos, animales muertos y hasta cuerpos humanos inundan este mar entre Honduras y Guatemala Foto (Carolin Power).

Figura 2 - El mar de basura

Durante la Segunda Guerra Mundial, las tropas japonesas invadieron los territorios de las Indias Orientales, lo que dejó a Estados Unidos sin el abastecimiento de caucho natural. Para suplir este y otros materiales se desarrollaron diversas investigaciones, con lo que nace el neopreno para fabricar neumáticos de aviones y vehículos militares. El uso de los plásticos reforzados formados por poliésteres insaturados, fibra de vidrio y los hilos de Nylon, se disparan gracias a las aplicaciones militares, además de otros polímeros como el polipropileno, poliuretano, siliconas y resinas epóxicas (García S., 2009: 76-77).

Es por ello que desde la posguerra y, a partir de 1950, la producción de plástico ha mantenido un crecimiento constante. En 1950 se registró una producción mundial de 1.7 millones de toneladas (Góngora Pérez, 2014: 7), a pesar de que para finales de la década de 1960 disminuyó un poco su consumo debido a una avalancha de productos de imitación barata y de mala calidad (Frenkel, 2012: 25). Posteriormente, mantuvo un crecimiento promedio anual de 13.6% durante 26 años. A partir de la década de 1970, se dan una multitud de descubrimientos científicos y tecnológicos debidos a las avanzadas herramientas con las que ya se contaba, y a un mayor número de científicos que operan en este ámbito. Empresas productoras de polímeros como la Down Chemical, Hitachi, Du Pont, Unión Carbide New Kadel, Allied Corp, Allied Chemical, Mitsubishi Chemical, NASA, y los laboratorios de las fuerzas aéreas, apoyadas por los adelantos científicos, dieron como resultado el desarrollo de nuevos polímeros para mezclar o alear, aunque de principio algunos fueran inmiscibles entre sí, con lo que se perfeccionan las máquinas y los medios productivos utilizados en los plásticos, plásticos reforzados y materiales reforzados con plástico, así como nuevos aditivos para polímeros con aplicaciones y características potenciadas, como la resistencia a temperaturas más elevadas, resistencia al dañado por el uso, mayores resistencias mecánicas, módulos elásticos, resistencia a los agentes químicos

y a la corrosión, además de polímeros específicos para aplicaciones aeroespaciales (como las resinas de poliamida denominadas AV AMID-K y AV AMID-N, las cuales son matrices termoplásticas con propiedades aptas en campos aeroespaciales y militares) (García S., 2009: 17-18).

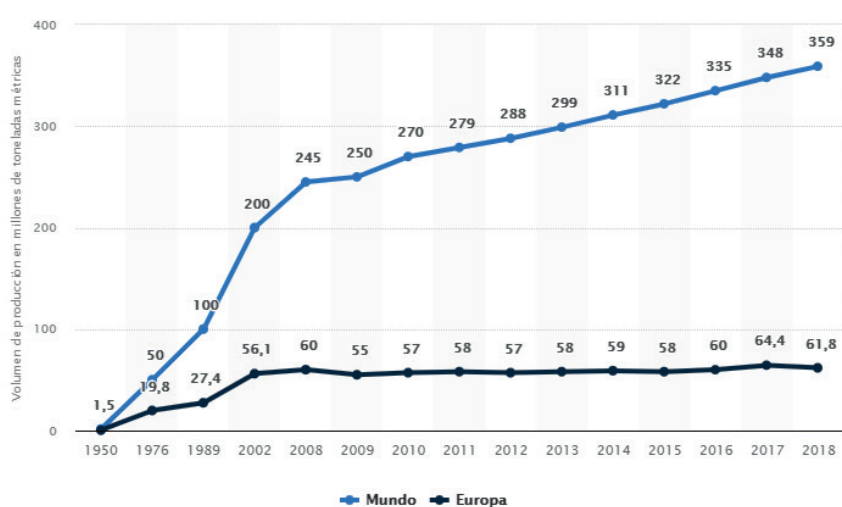
Desde 1976, el crecimiento en la producción continúa, pero de forma más moderada. Para el 2012, la producción alcanzó los 288 millones de toneladas, lo que resultó en un máximo histórico, aunque representó una de las tasas de crecimiento histórico más bajas: sólo el 2.86% (Figura 3) (Góngora Pérez, 2014: 7).

Nota: Incluye termoplásticos, poliuretanos, otros plásticos termoendurecibles, adhesivos, revestimientos y sellantes. No se incluye las fibras siguientes: tereftalato de polietileno (PET), poliamidas (PA), polipropileno (PP) y fibras poliacrílicas (Statista, 2019).

Figura 3 - Producción de plásticos a nivel mundial de 1950 al año 2018.

Para 2019, la producción de plásticos en el mundo aumentó a 368 millones de toneladas, 9 millones de toneladas más que en 2018. China alcanzó el 31% de la producción mundial (con lo que el bloque de países asiáticos alcanzó el 51%). Europa redujo su producción en comparación a 2017, quedando en el 16%, los países de Norteamérica aumentaron su producción a 19 %, y América Latina y la Comunidad de Estados Independientes formados por la Exrepública Soviética y Oriente Medio y África mantuvieron su producción (PlasticsEurope, 2021: 16-17).

Las mismas cualidades que convierten a muchos materiales plásticos en materiales fantásticos para el mundo humano (ligereza, resistencia y durabilidad), los convierten también en un desastre ambiental cuando se esparcen por el mundo natural. El aire, la tierra y el mar soportan las huellas de nuestra dependencia con este material tan duradero. Se puede establecer una relación directa entre la creciente producción de plásticos, la

dependencia cada vez mayor por parte de los humanos a productos desechables (como son los encendedores) y, con esto, un aumento constante en la contaminación plástica del medio ambiente. Tal y como escribió el biólogo británico David Barnes (en Frenkel, 2012: 150): "uno de los cambios recientes más omnipresente y duraderos en la superficie de nuestro planeta es la acumulación y fragmentación de los plásticos", y esto ha sucedido en el transcurso de una sola generación o, para ser exactos, desde la década de 1960, cuando comenzó a extenderse la era de la desechabilidad.

En general, las aplicaciones de este material envuelven todos los ámbitos del desarrollo de la vida humana, desde la salud, la higiene, la alimentación, el transporte, vestido y vivienda. Algunos ejemplos que se pueden citar en relación con los ámbitos donde se utilizan los polímeros de uso común son: a) construcción y obra pública con tuberías, pinturas, impermeabilizantes, revestimientos para suelo y espumas aislantes, etc.; b) sector industrial con todo tipo de piezas para bienes de consumo, carcasas, engranajes, correas, carrocerías, aislantes eléctricos y térmicos, componentes eléctricos y electrónicos, etc.; c) industrias de consumo con envoltorios, juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras para telas y todo tipo de artículos textiles, muebles, bolsas, entre otros; d) industria agroalimentaria principalmente con envases y embalajes, tanto en tratamientos industriales intermedios como en los productos que adquiere el usuario final; e) agricultura, especialmente en cultivos intensivos, tuberías para transporte de agua, riego y drenaje, acolchado de suelos, invernaderos, películas y láminas para ensilaje o en la construcción de embalses, etc.; y, f) aplicaciones en el ámbito de la higiene y la salud con la producción de lentillas, lentes y monturas para gafas, todo tipo de bolsas especializadas, catéteres, jeringuillas, sistemas adsorbentes, geles y champús, así como últimamente, maquillaje y pastas dentífricas, entre muchos otros productos (García, J. M., 2014: 33-34).

LOS PLÁSTICOS EN LA ACTUALIDAD

Los plásticos son de suma importancia para la sociedad actual y son innegables los beneficios que le aportan a esta. Existe un aumento en el consumo del plástico, ya que este material brinda la posibilidad de minimizar el esfuerzo humano y, ha hecho posible, el desarrollo de la tecnología y de la ciencia en los distintos ámbitos de acción humana, además que ha tenido un papel primordial en la prevención de transmisión de enfermedades y en la obtención de una mejor higiene, como lo fue en el caso en la pandemia de COVID 19. Sin embargo, contaminan en cada etapa de su ciclo vital y, debido a que bajo el esquema y modelo de vida actual, es difícil imaginar una vida que prescinda de este material, su uso lejos de disminuir sigue en aumento, ya que no existe hasta ahora ningún otro material (o conjunto de) capaz de reemplazarlo, sin que cause más problemas ambientales y sociales.

Los plásticos son materiales poliméricos. Los polímeros son macromoléculas compuestas de cadenas largas de monómeros -pequeñas moléculas o partículas- que

se unen mediante una reacción de polimerización. Estas uniones pueden ser de manera lineal, con ramificaciones o, como si fueran estructuras muy complejas parecidas a un plato de espagueti (Morales Méndez, 2010:15). Los polímeros pueden ser *naturales* como el almidón, la celulosa, el caucho, el colágeno o la seda (Reina Toresano y Gómez Soria, 2019: 17); *sintéticos* cuando se producen por reacciones químicas de polimerización de monómeros como el tereftalato de polietileno o el PVC; y *modificados* cuando provienen de la modificación química de polímeros naturales como el caucho vulcanizado, el poli acetato de celulosa, el celofán o el rayón (García, J. M., 2014: 9, 22).

Se puede decir entonces que, en el contexto actual, un plástico es un polímero orgánico al que se le añaden otros componentes de baja masa molecular como cargas, refuerzos, pigmentos, colorantes, estabilizantes, antioxidantes, retardantes, plastificantes, lubricantes compatibilizantes o nucleantes, entre otros (García, J. M., 2014: 9-10).

Existen en la actualidad más de 300 tipos de plástico, que en general, envuelven todos los ámbitos del desarrollo de la vida humana, desde la salud e higiene, alimentación, transporte, vestido, vivienda hasta cualquier otra actividad antropogénica, por sencilla que sea. Entre los más utilizados se encuentran: el cloruro de polivinilo (PVC), el poliestireno (PS), los polietilenos (PE), el polimetacrilato de metilo o acrílico (PMMA), los fenoplásticos, el policarbonato, el poliutretano (PU), las poliamidas, el tereftalato de polietileno (PET), el acrilonitrilo butadieno estireno o ABS, el polipropileno (PP) (Frenkel, 2012: 290).

Los plásticos son materiales muy nobles debido a su durabilidad y las posibilidades que ofrecen, lo que ha permitido grandes avances tecnológicos y científicos, con muchos beneficios para la humanidad. Sin embargo, estas mismas características los han convertido en un problema ambiental y social. Además, se han desarrollado bajo un modelo de producción basado en el consumismo (en especial bajo la lógica de usar y tirar), lo cual es premisa del modo de producción capitalista, con lo que ni empresas, ni consumidores, ni gobiernos asumen su responsabilidad por el deterioro ambiental que han causado. Es aquí donde la permacultura puede tener un gran impacto, cambiando las formas de relación entre los grupos humanos y, consecuentemente, cambiando las formas de producción actuales, buscando siempre introducir sistemas integrales que no solo permitan reutilizar los plásticos desechados, sino que logren que el mismo sistema productivo trabaje con la naturaleza a favor de la restauración de la misma.

LOS PLÁSTICOS EN MÉXICO

La industria del plástico representa un 0.4% del PIB en el país y un 2.6% del PIB Manufacturero[6]. México es el undécimo productor de plásticos y el duodécimo país consumidor de este material en el mundo. Además, se considera que es líder en el reciclaje en América Latina, ya que se estima recupera el 50% del PET que se utiliza. El sector tiene un impacto económico en la fabricación de un sinnúmero de productos manufacturados. Esta industria genera 260,000 empleos directos y 500,000 empleos indirectos, en al menos 4,580 empresas, con una producción anual estimada de 7,000,000 de toneladas de plásticos, con una tasa de crecimiento sostenido desde el 2009 del 4.8% (Aguirrezabal Unamunzaga, 2019: 1).

De las unidades económicas que componen la industria del plástico y la producción de resinas en el país, 60% son microempresas (menos de 20 empleados), 24% son pequeñas empresas (hasta 30 empleados), el 12% son medianas empresas (de 31 a 100 trabajadores) y, el resto, es decir el 4%, son grandes empresas (más de 100 empleados). La fabricación de productos de plástico según la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), se identifica como la rama 326, y conjunta 12 actividades, entre las que se destacan la fabricación de bolsas y películas de plástico flexible, la fabricación de autopartes de plástico y, la fabricación de botellas por tener mayor valor económico y de producción (INEGI, 2017: VII). Se distingue por ser una de las cinco industrias con bajo índice de concentración, aunque las ocho mayores empresas representan alrededor de la quinta parte del valor de producción bruta (Aguirrezabal Unamunzaga, 2019: 6).

En lo que se refiere a los procesos, el 48% de la industria del plástico está orientada a envases y embalaje, 24% al consumo general, 12% a la construcción, 6% al sector electrónico, 2% al agrícola, 1% al sector médico y el 3% a otros usos (Aguirrezabal Unamunzaga, 2019: 6). En cuanto a la distribución de las empresas dedicadas a la fabricación de plásticos, la mayoría se encuentran en el centro del país (53%), 24% en Jalisco y el Bajío, 16% en el Norte de México, 5% en el sur y, solo un 2% en el Golfo, como se puede ver en la figura 4 (Chávez, 2020).

6 Indicador económico que mide la contribución del sector manufacturero – es el que comprende las unidades económicas dedicadas a la transformación mecánica, física o química de materiales o substancias con el fin de obtener productos nuevos (INEGI, 2023)-, en la producción total. Se obtiene mediante la elaboración del valor agregado en la manufactura por el total bruto de valor agregado y el Producto Interno Bruto (SIGFRE-DRS, 2023).

Nota: Empresas de fabricación de plásticos en México (Ambiente Plástico en Chávez, 2020)

Figura 4

En cuanto a su reciclado, se considera que el país es pionero en Latinoamérica. Según datos de Asociación Nacional del Plástico (ANIPAC), solo en el 2021 se reciclaron 1,913,000 toneladas de residuos plásticos. En el *Primer Estudio Cuantitativo de la Industria del Reciclaje de Plásticos* realizado en el 2021 por esta institución, existen 363 empresas que se dedican a uno o más procesos de reciclaje de plásticos en la República Mexicana, de las cuales el 16% son consideradas como grandes, el 16% medianas, el 23% pequeñas y, el 41% microempresas y, del 4% restante, no se tiene información al respecto. El 73% hacen labores de acopio, 11% de lavado, el 34% de molienda, el 21% de pelletizado y el 11% de densificado. Como se puede ver, algunas empresas realizan más de un proceso (ANIPAC, 2021).

El polietileno es el plástico que más se recicla con un porcentaje del 51.2%, seguido por el PET con un 22.1%, 18.2% del polipropileno, 1.8% del poliestireno, 2.1% del PVC y 4.6% de otros plásticos. El 38% de este material viene de empresas, el 27% se consigue en centros de acopio, el 26% se recupera por medio de la pepena, el 11% se rescata de tiraderos, 10% por centros de transferencia, 7% de maquiladoras, 6% proviene de particulares, 4% del sector automotriz y 4% de otros lugares (Alegría, 2022 y ANIPAC, 2021).

Es difícil imaginar una actividad humana que de alguna forma no se relacione con algún objeto o tipo de plástico. Estos materiales además de permitir grandes avances científicos y tecnológicos, nos brindan muchas comodidades que serían difíciles de conseguir con otro tipo de materiales y, que de ser sustituidos con algún otro material

bajo el esquema actual de producción (extracción de recursos- producción y consumo-desecho), causarían peores problemas ambientales, como ejemplo la erosión del suelo por la tala de los árboles al emplear la madera, o la extracción de metales, o la cantidad superior de desechos sólidos y gases de efecto invernadero que se desprenden de la producción de vidrio, por mencionar algunos (Franklin Associates, 2009: ES-12).

Sin duda, el cambio a economías circulares, es decir, aquellas que recuperan materiales y los introducen en nuevas cadenas productivas es muy beneficioso para mitigar los efectos de la contaminación, sobre todo en el caso de los plásticos que, pese a ser un material muy resistente, un gran número de aplicaciones son pensadas para pequeños periodos de vida útil. Sin embargo, apostar sólo por el reciclaje no parece suficiente, es necesario un cambio radical de valores en todo el sistema de producción y consumo.

LOS EFECTOS NOCIVOS DE LOS PLÁSTICOS

Apenas se comienza a entender los efectos de la producción plástica en el planeta. En especial bajo el sistema de producción lineal que hasta ahora se está utilizando, es decir, extraer recursos, producir, usar y tirar. Aunado a ello, lo que hace particularmente útil al plástico, es justamente lo que lo hace más perjudicial, es decir, persiste en el tiempo. En otras palabras, los sistemas naturales no tienen la capacidad de absorber de manera segura sus componentes y con la cantidad de productos plásticos que se desechan y terminan en el ambiente, es lógico que estemos cambiando la biosfera por montañas de basura plástica.

Hasta los seres humanos estamos contaminados con plástico, no solo indirectamente por los peces que nos sirven de alimento, y que previamente se alimentaron de microplásticos en el oceáno, sino que además, el plástico contamina en cada etapa de su ciclo vital desde que se extrae petróleo y se usa el gas natural para producirlo, en todo el trayecto de producción y conformación de los productos, y al terminar su vida útil cuando los residuos son arrojados, enterrados, reutilizados, reciclados o quemados (Fundación Heinrich Böll y Fundación Break Free From Plastic, 2019: 8).

La etapa inicial de la producción implica dos procesos: a) la destilación y b) polimerización y policondensación. En la industria petrolera la destilación es el proceso común para separar los derivados del petróleo, consiste en someterlo a altas temperaturas de manera gradual para separar sus compuestos de manera faccionada dependiendo de la cantidad de átomos de carbono que contengan. Dicho proceso tiene como consecuencia la emisión de gases como son el óxidos de azufre (SO_x) y el nitrógeno (NO_x), como subproductos contaminantes (INECC/SEMARNAT, 2020: 17).

En cuanto a la contaminación por la polimerización y policondensación en la fabricación de los plásticos, esta tiene diversas fuentes y depende del tipo de plástico a fabricar, principalmente se encuentran los monómeros, solventes u otros líquidos volátiles emitidos durante la reacción, sólidos sublimados como el anhídrido ftálico, monóxido de

carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x) y nitrógeno (NO_x), entre otros (Gale Zabaleta y Paredes Morelos, 2014: 22).

Están documentadas muchas evidencias empíricas y científicas que existen respecto a los problemas ambientales que producen los residuos plásticos, por citar algunos ejemplos, en marzo de 2019 en la ciudad de Davao, Filipinas, se encontró una ballena con 40 kg de bolsas plásticas en el estómago (BBC News, 2019); en los océanos se han localizado cinco enormes islas o parches de plástico flotante[7] (INECC/SEMARNAT, 2020: 3); en 2006, el estudio *"Plastic string as the cause of leg bone degeneration in the White Stork (Ciconia ciconia)"*, es decir, *Cuerda de plástico como causa de la degeneración ósea de la pierna en la cigüeña blanca* (*Ciconia ciconia*)) (Kwiecinski, y Col., 2006: 1-6), estudio realizado en Polonia que se encontró que más del 21% de los polluelos de las aves analizadas habían enredado sus patas en los hilos plásticos utilizados por las cigüeñas para mejorar la estructura del nido, lo que ocasionó la destrucción parcial de las patas en algunos casos, llegando incluso a la auto imputación (SEOBirdLife y Ecoembes, 2019: 12).

Nota: Imagen de la cantidad de desechos (entre ellos la mayoría son plásticos), que se concentran a lo largo del río Lerma y que, posteriormente, terminarán en el lago de Chapala (Cedeño, 2019).

Figura 5 - Los plásticos en los ríos

En el 2015 el estudio *Plastic waste inputs from land into the ocean* (Entradas de desechos plásticos de la tierra al océano) (Jambeck y Col., 2015: 768), publicado por la revista *Science*, reveló que en el 2010 acabaron en el océano entre 4.8 y 12.7 millones de toneladas de plástico. La media (8 millones de toneladas), equivaldría a verter un camión de basura lleno de plástico cada minuto por un año. Hay que aclarar, que el estudio solo tomó en cuenta el plástico que provenía de las costas, a lo que habría que sumar las

7 Actualmente existen cinco Islas de Basura documentadas, aunque existen otras en formación. La más grande es la del Océano Pacífico Norte, localizada entre California y Hawái, se estima que mide unos 700 mil km2 y contiene alrededor de 100 millones de toneladas de basura distribuida entre la superficie y el fondo (Anèl-lides, 2020).

toneladas que se tiran o caen desde embarcaciones. Se estima que de seguir así, en el 2030 la cantidad se duplicará (dos camiones por minuto) y, en el año 2050 se cuadruplicará (cuatro camiones por minuto) (Reina Toresano y Gómez Soria, 2019: 24).

Otra de las consecuencias de la producción de plásticos son los microplásticos[8], los cuales pueden ser primarios, es decir, fabricados intencionalmente como partículas de tamaño pequeño para fines industriales (preproducción, pellets de resina, microperlas para abrasivos en cosmética, pasta de dientes, polos para recubrimientos textiles, entre otros), o secundarios, que es el resultado de la fragmentación de cualquier producto plástico en uso, y presentes en el ambiente, como residuos en los que se incluyen fragmentos de plástico sólido, microfibras de tela o cuerda, revestimientos que se han desprendido o restos del desgaste de uso. Estos microplásticos se han convertido en un tema de alta relevancia debido al riesgo que suponen para las diferentes especies animales, incluidos los seres humanos (INECC/SEMARNAT, 2020: 9-10).

Se ha encontrado presencia de microplásticos en estómagos de animales diversos, la mayoría de estudios sobre el tema se enfocan en monitoreo del agua, en especial aguas de mar superficiales. Los peces pueden ingerirlos por varias razones, entre ellas confundirlos con alimento o, en el caso de las especies filtradoras, succionarlos del agua. Los efectos fisiológicos de dicha exposición, incluyen alteraciones del tracto intestinal, letargo, comportamiento anormal de nado e, incluso, la muerte. Por otra parte, los organismos depredadores (como somos los humanos), pueden acumular microplásticos durante la ingesta de presas contaminadas con dichos residuos (INECC/SEMARNAT, 2020: 11-12). Uno de los organismos más utilizados en estudios de exposición a microplásticos son los bivalvos, en ellos los efectos celulares asociados con la ingesta incluyen alteraciones inmunológicas, efectos neurotóxicos e indicios de genotoxicidad (Avio, 2015 en INECC/SEMARNAT, 2020: 11).

Los microplásticos entran al ambiente marino por diversas vías, como son las aguas residuales que se descargan a los ríos y lagos, y que posteriormente llegan al océano. También por escorrentías terrestres, o la degradación de macroplásticos que son transportados al mar, desde puntos de disposición de residuos en rellenos sanitarios, y tiraderos a cielo abierto clandestinos. Las fuentes de la presencia de microplásticos en tierra están relacionadas con muchas actividades, entre ellas el transporte terrestre (como ejemplo los generados por el desgaste de los neumáticos), actividades agrícolas, plantas de aguas residuales o la degradación de los residuos plásticos (INECC/SEMARNAT, 2020: 10).

En 2018 Greenpeace elaboró una auditoría de marca para determinar el impacto de la contaminación por plásticos en 42 sitios de playas mexicanas. La basura plástica estaba

8 Por su tamaño, la definición aceptada científicamente de un microplástico es aquel que tiene una dimensión de partícula en un rango de 0.001-5 mm, mientras que las partículas menores a 0.001 mm se clasifican como nanoplásticos, las mayores a 5 mm (hasta 25mm) son mesoplásticos y, aquellas mayores a 25 mm son macroplásticos (Lee, 2013 en INECC/SEMARNAT, 2020: 9)

presente en todos los lugares muestreados al azar. El 41.5% pertenecía a las marcas Coca-Cola, PepsiCo, Nestlé y Bimbo. Otro de los hallazgos de dicho estudio, fue la comparación entre los resultados obtenidos en la superficie de los mares, y los hallados en el fondo junto a los arrecifes, sobre el número de piezas plásticas por kilómetro cuadrado. Mientras que el número de plasticos flotando en la superficie fue de solo 2 piezas/km^2, en el fondo de los sitios visitados alcanzó un total estimado de 3500 piezas/km^2. Debido a que se encontró más basura plástica en el fondo del mar que flotando en la superficie (esto debido a que los desechos que llegan a la playa eventualmente se hunden), resulta desalentador observar la basura plástica en el mar, pero es de suponer que es solamente la punta del iceberg, dado que la mayor parte de los residuos está en el fondo y es imposible cuantificarla y, menos aún recuperarla (Rivera-Garibay y Col., 2020: 8-13).

Al igual que cambiaron la textura esencial de la vida moderna, los plásticos también están alterando la química básica de nuestros cuerpos, traicionando así la confianza que habíamos depositado en ellos. Todos nosotros, incluso los recién nacidos, llevamos ahora en el cuerpo restos de ftalatos, y de otras sustancias sintéticas, como productos ignífugos, repelentes de manchas, disolventes, metales y agentes impermeabilizantes o bactericidas. Las amenazas reales para la salud humana continúan siendo inciertas (Frenkel, 2012:111).

Como ejemplo, el caso del PVC, que parecía cumplir los requisitos necesarios para el uso médico por su supuesta estabilidad química, como lo señala Frenkel (2012: 114) en 1951 la revista *Modern Plastics* publica el artículo “Por qué los médicos están usando más plásticos”, en el cual de detalla que “<<cualquier sustancia que entre en contacto con los tejidos humanos […] debe ser químicamente inerte y no tóxica>>, además de compatible con los tejidos humanos y no absorbible, el PVC parecía satisfacer los requisitos, pero entre finales de los años sesenta y principios de los setenta, diversas evidencias pusieron en duda tal creencia, entre ellas fue que se descubrió que el gas cloruro de vinilo (principal sustancia del PVC), era mucho más peligroso de lo que se había creído hasta entonces. En 1964 los médicos de la fábrica de PVC de la empresa B. F. Goodrich en Lousiveille, Kentocky, descubrieron que varios trabajadores estaban desarrollando acroosteólisis -afección sistémica que causa lesiones cutáneas-, problemas circulatorios y deformación de los huesos de los dedos de la mano, como resultado del uso del PVC. A principios de los años 70, investigadores europeos hallaron pruebas de que el cloruro de vinilo era cancerígeno, tal como se detalla en el artículo *Deceit and Denial; The Deadly Politics of Industrial Pollution* (“Engaño y negación: la política mortífera de la contaminación industrial”) (Markowitz y Rosner, 2002: XIII). Otra de las evidencias apareció en 1974, cuando cuatro trabajadores de la fábrica Goodrich murieron de un mismo tipo de cáncer de hígado poco común, el angiosarcoma (Frenkel, 2012: 115).

Al tiempo que se extendía el escándalo del cloruro de vinilo, otra investigación apuntaba a un riesgo más insidioso y más incierto: varios productos de uso muy frecuente, podían estar liberando las sustancias químicas añadidas al PVC. Robert Rubin y Rudolph

Jaeger, toxicólogos del hospital universitario Johns Hopkins lo descubrieron casualmente durante un experimento realizado en 1969 con hígados de rata. Mientras se transfundían los hígados con sangre procedente de bolsas y tubos de PVC, resultó evidente que algún compuesto desconocido estaba frustrando el experimento. Jaeger se dio cuenta de que se trataba del DEPH, el plastificante químico añadido al vinilo con el que se fabricaban las bolsas para sangre y los tubos, que podían contener entre 40 y 80% de dicho químico de peso. Ya que el aditivo no se adhiere a la cadena principal del PVC (cadena de margarita), puede ser lixiviado (liberado), especialmente en presencia de sangre o de sustancias grasas (Frenkel, 115-116).

Después de investigar a fondo el DEHP y otros ftalatos, principalmente en adultos, varios toxicólogos independientes llegaron a la misma conclusión: descubrieron que en dosis altas podían causar defectos de nacimiento en roedores y provocar cáncer de hígado en ratas y ratones. Y este es solo uno de los riesgos asociados al uso de plásticos (Frenkel, 2012: 117).

HACIA UN MUNDO SIN PLÁSTICOS

A partir de la presión ejercida por los distintos organismos, como Greenpeace y ONU Medioambiente, entre otras, se han implementado intervenciones de políticas a niveles internacional, nacional y subnacionales para regular el uso de plásticos. Sin embargo, hasta ahora la mayoría de ellas se refieren a la prohibición de bolsas plásticas y de los plásticos desechables (llamados de un solo uso) (ONU Medio Ambiente, 2018: 6).

Alemania impuso desde julio de 2021 la prohibición de artículos superfluos de plásticos de un solo uso, además de que su posición es enfática para que los desechos marinos la contaminación por plásticos reciban una alta prioridad en los foros mundiales. Ecuador aprobó desde noviembre de 2020 una ley que regula la reutilización y el reciclaje de plásticos y prohíbe los plásticos de un solo uso en el comercio. Ghana también es uno de los países más comprometidos en este tema y, en 2019, se convirtió en el primer país africano en sumarse a la plataforma *Global Plastic Action Partnership* (GPAP), con la que se creó la *National Plastics Action Partnership de Ghana* (NPAP), bajo el objetivo de desarrollar una economía circular como principal instrumento para reducir los residuos plásticos. Por su parte, Vietnam ha elaborado una estrategia de desarrollo para promover la economía marina, al mismo tiempo que protege al ambiente y a los ecosistemas marinos, con lo que espera transformarse en un país pionero en la reducción de la contaminación de los mares por residuos plásticos (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2021). En México, el poder judicial acaba de instruir al poder legislativo para que se establezca por medio de leyes, la prohibición de plásticos de un solo uso.

En la actualidad, al menos 90 países han impuesto prohibiciones a los plásticos de un solo uso, y 170 países se han comprometido a reducir significativamente el uso de plásticos para el 2030 (OpenMind, 2021).

Otra de las alternativas que se ha estado estudiando es reemplazar estos materiales con bioplásticos, sin embargo, aunque de primera instancia pareciera una alternativa muy prometedora, en realidad no es una solución que logre resolver la complejidad del uso de plásticos, tal es el caso de los residuos, ya que al sustituir un artículo de plástico de un solo uso por otro que también pudiera ser de un solo uso, no modifica la cultura de usar y tirar (Greenpeace, 2018:9). Otro hecho es que, aunque los bioplásticos están conformados con materia prima orgánica, no garantiza que se puedan compostar ya que necesitan condiciones específicas de humedad y temperatura, entre otras cosas (como cualquier residuo orgánico), además hay que considerar que no todos los componentes de los bioplásticos se compostan o se degradan, y que algunos incluso necesitan procedimientos industriales para degradarse.

Propuestas caseras para reducir el uso de plásticos

Reina y Gómez (2019), autores que han buscado reducir plástcos de su vida cotidiana, proponen las siguientes medidas:

Primeramente comentan que hay que tener presente la regla de las cinco erres: rechazar, reducir, reutilizar, reciclar, reincorporar. También insisten en contar con normas básicas para comprar sin plástico, mediante las cuáles vamos aprendiendo dónde comprar los diferentes tipos de productos, buscando siempre aquellos que se vendan a granel, aprovechando para esto, las bolsas que existen exprofeso y que son reutilizables (Reina y Gómez, 2019).

Para el caso específico de las cocinas, los autores recomiendan:

1. Evitar el desperdicio alimentario. El aumento del uso de plástico como envase incrementa el desperdicio alimentario.
2. Evitar comprar productos congelados
3. Utilizar tarros de vidrio como sustitutos del plástico.
4. Utilizar servilletas y bolsas de tela que se puedan lavar y reutilizar
5. Evitar el agua embotellada y, en caso de ser necesario, utilizar vidrio en vez del PET, o también, utilizar filtros y hasta el binchotán (carbón japonés).
6. Beber café y té sin plástico (Reina y Gómez, 2019).

Para la limpieza del hogar se sugiere o comprar detergentes a granel o hacer uno mismo los detergentes, para esto último se sugiere contar con productos como: vinagre, jabón, bicarbonato, limón, percarbonato, ácido cítrico, carbonato de sodio y aceites esenciales. Refiriéndose a las esponjas amarillas con una cara rugosa verde, comentan que son sintéticas “y según se van desgastando, sueltan microfibras que se acabarán colando por el desagüe”, así que proponen usar esponja de luffa que es 100% vegetal. También recomiendan el estropajo de esparto, los cepillos de madera con fibras vegetales y el estropajo de cobre (Reina y Gómez, 2019, p. 94-101).

También se refieren a las microfibras como la basura plástica más abundante y las que llegan, finalmente, al estómago de muchos peces, microfibras que se encuentran en la ropa que usamos cotidianamente. Para mitigar este mal ellos recomiendan: evitar en los posible las fibras sintéticas, lavar lo menos posible, comprar ropa de calidad que dure más tiempo, llenar la lavadora, usar detergentes líquidos en vez de en polvo, lavar a bajas temperaturas, evitar los lavados muy largos y secar la ropa al aire (Reina y Gómez, 2019, p. 103).

Sobre los plásticos en el baño, consideran que es el lugar donde más plásticos acumulamos. Se refieren a las micropartículas de plástico que se agregan a ciertos productos cosméticos y limpieza para exfoliar, regular la viscosidad y textura de la crema, darle reflejos, etcétera. Recomiendan para bañarse, usar cepillos de madera con fibras vegetales, usar jabones sólidos en vez de gel líquido cuyo principal componente es el agua, comprar champú sólido o, en su defecto, a granel, o bien se puede sustituir lavándose el cabello con bicarbonato y enjuagarlo con vinagre de manzana o limón (Reina y Gómez, 2019, p.107-114).

Refiriéndose al aseo bucal, recomiendan hacer un enjuague bucal de: infusión de salvia, clavo o tomillo, una pizca de sal y bicarbonato y de aceites esenciales. Pueden encontrarse marcas de hilo dental sin plástico. Hay cepillos de dientes de bambú con cerdas vegetales o cepillos con cabezal reemplazable (Reina y Gómez, 2019, p. 115-118).

En fin, estas son sólo algunas de las variadas recomendaciones que existen para vivir una vida con reducción de plásticos. Habría que tomar la iniciativa retomando estas recomendaciones.

Por otra parte, hay que hacer énfasis en cambiar la concepción antropogénica de que la naturaleza existe y adquiere valor en medida que es capaz de satisfacer las necesidades humanas, lo que implica aceptar el hecho de aceptar que cada elemento en la naturaleza tiene un valor intrínseco y es esencial para el sistema al que pertenece y del cual forma parte el ser humano.

Así mismo, para la permacultura la contaminación refleja un exceso de abundancia, en otras palabras, producción en demasía, para lo cual los sistemas diseñados por los humanos, deben ser capaces de limitar y redirigir esa abundancia para que no cause polución (Torres, T., 2024). Por poner un ejemplo, actualmente los niveles de dióxido d carbono (CO_2) en el ambiente se han disparado[9]: existe un exceso de abundancia del dióxido de carbono como resultado de las actividades humanas, una posible solución para redirigir este exceso, sería plantar árboles, ya que estos lo absorben y lo regresan a la tierra como nutriente.

En el caso de los sistemas de producción y consumo de plásticos, además de redirigir el exceso (circularidad del material), hay que limitarlos y crear sistemas de producción y consumo establecidos bajo lógicas de preservación y conservación al ambiente, que permitan satisfacer las necesidades humanas.

9 En 2023, los niveles de CO_2 registrados superaron las 421 partes por millón (Statista, 2024), frente a las 280 ppm registradas antes de la Revolución Industrial (El Tiempo, 2022),

CONCLUSIONES

Hoy es imposible vivir al 100% sin plásticos, así que nuestro objetivo en la actualidad debe ser reducir su uso lo más posible, sin embargo debemos aceptar que no desaparecerán de nuestras vidas tan fácilmente, aunque la situación actual del planeta nos obligue a ello.

Cuando se piensa en contaminación ambiental causada por los plásticos, generalmente se asocia con los plásticos de un solo uso, sin embargo, aunque estos son los más visibles porque terminan más rápido en los espacios naturales, estos representan menos del 40% de la producción total, así que hay que considerar el otro 60%, que aunque tienen ciclos de vida más largos, eventualmente llegarán a los ecosistemas. Es por ello que, a pesar de que se han logrado algunos avances contra la contaminación por plásticos, es evidente que se necesitan más y mejores acciones tácticas y ajustes estratégicos al sistema de producción y consumo de plásticos (en todos los niveles individual, empresarial y de Estado), no solo para detener el vertimiento y la acumulación adicional del plástico en la naturaleza, sino, además, para dejar de extraer recursos para la producción plástica, eliminar sustancias tóxicas y disminuir procedimientos en la conformación de productos de este material, pero sobre todo, cambiar la actitud del ser humano en su relación con el ambiente y sus patrones de consumo.

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, los plásticos representan toda una serie de compuestos que han venido a convertirse, al paso de los años, en indispensables de nuestra vida diaria, sin embargo, y como lo hemos podido constatar a lo largo de este trabajo, representan a uno de los elementos más contaminantes del planeta, especialmente aquellos que no podemos ver a simple vista como son las microfibras. Ante esta situación, la tarea que se nos presenta a los seres humanos para el futuro no es nada cómoda, pero si necesaria, y no nos referimos exclusivamente a los plásticos. También hay que considerar el desperdicio que en la actualidad hacemos del agua en las ciudades, cuando hay comunidades que carecen de este elemento vital. Además, ¿dónde se depositan estas aguas ya servidas? Nuestros ríos, lagos y mares presentan una gran contaminación, y consecuentementelo las especies que los habitan, y de las cuales nos alimentamos. Hacer un buen uso del agua es otra de las tareas incómodas que tendremos que afrontar, si realmente nos preocupa el futuro de este planeta.

REFERENCIAS

Aguirrezabal Unamunzaga, I. (2019). *Plástico en México.* ICEX España Exportación e Inversiones, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ciudad de México. Ciudad de México: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ciudad de México- Gobierno de España.

Alegría, A. (13 de enero de 2022). En 2021, México recicló más de 1 millon de toneladas de plástico: Anipac. *La Jornada*.

Anèl-lides. (17 de julio de 2020). *Islas de plástico: Anèl-lides Serveis ambientals marins*. Recuperado el 15 de julio de 2021, de Anèl-lides Serveis ambientals marins: https://anellides.com/es/blog/islas-de-plastico/

ANIPAC. (2021). *1er Estudio Cuantitativo de la Industria del Reciclaje de Plásticos en México.* ANIPAC.

BBC News. (19 de marzo de 2019). La impresionante imagen de una ballena con 40 kilos de bolsas de plástico en su estómago. *BBC News*. Recuperado 20 de enero de 2022, https://www.bbc.com/mundo/noticias-47620369

Bookchin, M. (1977). *Por una sociedad ecológica.* Barcelona, España: Gustavo Gili, S. A.

Bookchin, M. (2015). *La próxima revolución. Las asambleas populares y la promesa de la democracia directa.* (P. Martín Ponz, Trad.) Barcelona, Cataluña, España: Virus Editorial.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (27 de octubre de 2017) "Domingo 28 de octubre 2007: mega inundación en Tabasco", CENAPRED, México (www.gob.mx).

Chávez, J. C. (23 de diciembre de 2020). *Industria del plástico crece 3% gracias a COVID- 19: Energía Hoy*. Recuperado el 15 de enero de 2022, de Energía Hoy: https://energiahoy.com/2020/12/23/industria-del-plastico-en-mexico-crecio-3- gracias-a-covid-19/

El Tiempo. (6 de junio de 2022). Nivel de CO2 en el aire es 50% más elevado que antes de la era industrial. Recuperado el 07 de agosto de 2024 de: https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/nivel-de-co2-en-el-aire-es-50-mas-elevado-que-antes-de-la-era-industrial-677934#:~:text=Antes%20de%20la%20revoluci%C3%B3n%20industrial,50%20a%C3%B1os%20de%20lucha%20ambientalista).

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (3 de septiembre de 2021). *Conferencia Mundial Ministerial sobre Basura Marina y Contaminación por Plásticos finaliza con proyecto de resolución.* Recuperado el 20 de febrero de 2022, de Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/ministerkonferenz_meeres_plastikmuell_es_bf.pdf

Franklin Associates. (2009). *Life Cycle Inventory of three single-serving soft drink containers.* Único, PETRA, Franklin AssociatesA Division of ERG Prairie Village, Ks.

Frenkel, S. (2012). *Plástico. Un idilio Tóxico* (1a ed.). (V. Ordóñez Divi, Trad.) Barcelona, España: Tusquets Editores, S. A.

Fundación Aquae. (s/f). *Mar de plásticos: cuánto plástico hay en el mar y los acéanos: Fundación Aquae*. (Fundación Aquae) Recuperado el 20 de diciembre de 2022, de Fundación Aquae: https://www.fundacionaquae.org/mar-de-plastico-el-80-de-la-basura-en-el-mar-es-plastico/

Fundación Heinrich Böll y Fundación Break Free From Plastic. (2019). *Atlas del Plástico. Datos y cifras sobre el mundo de los polímeros sintéticos.* (2da edición ed.). El Salvador: Fundación Heinrich Böll - Break Free From Plastic.

Gale Zabaleta, M. T., & Paredes Morelos, K. M. (2014). *Evaluación del impacto ambiental al aire asociado a la producción de resinas de PVC y PP, para un caso de estudio colombiano.* Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena, Facultad de Ingeniería, Artes y Diseño. Cartagena: Universidad de Sanbuenaventura.

García Estrada, E., Hoyos Martínez, J. E., & Álvarez Vallejo, A. (2017). Comprensión como principio bioético de la permacultura en el planteamiento de proyectos ambientales. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya. Tomo 11*, págs. 2172-2175. Celaya: Academia Journals.

García, J. M. (2014). *La Edad de los Polímeros. Un mundo de plástico.* Burgos, España: Universidad de Burgos.

García, S. (Enero de 2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros, 10*(1), 71-80.

Góngora Pérez, J. P. (septiembre y octubre de 2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior, 64*(5), 6-9.

González Arroyo, H. (2017). Cambio climático y Protección Civil. En S. Lucatello, & M. Garza Salinas, *Cambio Climático y Desastres: Un enfoque en Políticas Públicas* (págs. 99-112). CDMX, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Greenpeace. (2018). *Un millón de acciones contra el plástico.* Greenpeace España. Madrid: Greenpeace. Recuperado el 25 de septiembre de 2022 https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/TOOLKIT-PLASTICOS-v3.pdf

Guterres, A. (2008). *Cambio climático, desastres naturales y desplazamiento humano: la perspectiva del ACNUR.* ONU, Oficina del Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados. ACNUR.

INECC/SEMARNAT. (2020). *Panorama General de las Tecnologías de el Reciclaje de Plásticos en México y en el Mundo.* México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

INEGI. (2017). *Perfil de la fabricación de productos de plástico.* Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Goegrafía.

INEGI. (14 de marzo de 2023). *Industria Manufacturera: INEGI*. Recuperado el 29 de marzo de 2023, de https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturas/

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., y otros. (13 de febrero de 2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science, 347*(6223), 768-771.

Kwiecinski, Z., Kwiecinska, H., Botko, P., Wysocki, A., Jerzak, L., & Tryjanowski, P. (2006). Plastic strings as the cause of leg bone degeneration in the White Stork (Ciconia ciconia). *Editorial Científica Bogucki*, 1-7.

Lima, Lioman (2/nov/2017) "Ropas, plásticos, animales muertos y hasta cuerpos humanos": el gigantesco "mar de basura" que tensa las relaciones entre Honduras y Guatemala". BBC News Mundo (bbc.com).

Markowitz, G., & Rosner, D. (2002). *Deceit and denial. The deadly politics of industrial pollution.* Estados Unidos de América: University of California Press.

Morales Méndez, J. E. (2010). *Introducción a la Ciencia y la Tecnología de los Plásticos. .* México: Trillas.

ONU Medio Ambiente. (2018). *El Estado de los Plásticos. Perspectiva del día mundial del medio ambiente 2018.* ONU medio ambiente / SIN Contaminación por Plásticos / India 2018, Medio Ambiente. ONU.

OpenMind. (21 de mayo de 2021). *5 alternativas para un planeta sin plástico: OpenMind BBVA*. Recuperado el 10 de febrero de 2022, de OpendMind BBVA: https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/5-alternativas-para-un-planeta-sin-plastico/#:~:text=Al%20menos%2090%20pa%C3%ADses%20ya,uso%20de%20pl%C3%A1sticos%20para%202030.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (22 de diciembre de 2014). *Diez años después del tsunami, Asia está mejor preparada para hacer frente a los desastres naturales*. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de Diez años después del tsunami, Asia está mejor preparada para hacer frente a los desastres naturales: FAO: https://www.fao.org/news/story/es/item/273427/icode/

Parker, L. (19 de junio de 2017). *El 91 por ciento del plástico que se fabrica no se recicla: National Geographic*. Recuperado el 20 de enero de 2020, de National Geographic: https://www.nationalgeographicla.com/planeta-o-plastico/2018/06/el-91-por-ciento-del-plastico-que-se-fabrica-no-se-recicla

PlasticsEurope (2021). *Plásticos -Situación en 2020. Un análisis de los datos sobre producción, demanda residuos plásticos en Europa.* Madrid: PlasticsEurope, Asociación Europea de Organizaciones de Reciclaje y Recuperación de Plásticos (EPRO).

Ramos Reyes, R., & Palomeque de la Cruz, M. A. (2019). La gran inundación del 2007 en Villahermosa, Tabasco, México: antecedentes y avances en materia de control. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 39*(1), 387-413.

Reina Toresano, P., & Gómez Soria, F. (2019). *Vivir sin plástico* (Primera Edición ed.). España: Zenith.

Rivera-Garibay, O. O., Álvarez-Filip, L., Rivas, M., Garelli-Ríos, O., Pérez-Cervantes, E., & Estrada-Saldívar, N. (2020). *Impacto de la contaminación por plástico en áreas naturales protegidas mexicanas.* México: Greenpeace México.

Sanz Tejedor, A. (2017). *Productos de interés industrial derivados del etileno: Química Orgánica Industrial.* Recuperado el 20 de marzo de 2023, de Química Orgánica Industrial: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/75965/productos-de-interes-industrial-derivados-de-etileno

SEOBirdLife y Ecoembes. (2019). *Informe Libera. Impacto del abandono del plástico en la naturaleza.* SEOBirdLife, Ecoembes.

SIGFRE-DRS. (2023). *Indicadores Económicos: Sistema de Información Geográfica de Fuentes de Energía para la Planeación del Desarrollo Regional Sustentable*. Recuperado el 28 de marzo de 2023, de Sistema de Información Geográfica de Fuentes de Energía para la Planeación del Desarrollo Regional Sustentable: http://energia.ugto.mx/formularios/Reportes/IndEconomicoPIBManufacturero.php#

Spiegel, J., & Maystre, L. Y. (1998). Control de la contaminación ambiental. En J. (Dir) Mager Stellman, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (Vol. 2, págs. 55.1-55.59). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Ministerio de Sanidad y Consumo, Instituto Nacional de Medicina y Seguridad en el Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Statista. (Octubre de 2019). *Producción de plástico a nivel mundial de 1950 a 2018: Statista*. Recuperado el 28 de agosto de 2021, de Statista: https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/

Statista. (30 de junio de 2021). *La producción de plástico en el mundo: Statista*. (Statista) Obtenido de Statista: https://es.statista.com/grafico/21899/distribucion-de-la-produccion-mundial-de-plastico-por-region-en-2018/

Statista. (22 de mayo 2024). C*oncentración atmosférica de dióxido de carbono a nivel mundial 1959-2023.* (Statista) Obtenido de Statista: https://es.statista.com/estadisticas/1269928/concentracion-atmosferica-global-de-dioxido-de-carbono/

Torres, Thiago. (Julio de 2024) Curso “PDC2024, Permaulture Design Course, Certificación en Diseño con Permacultura”

CAPÍTULO 4

MAPEAMENTO DA CAPACIDADE DE SUPORTE NA PRODUÇÃO DE BOVINOS A PASTO OBTIDA POR SENSORIAMENTO REMOTO

Data de aceite: 02/09/2024

Hadilson Chaves Rodrigues de Miranda
Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

Leonardo França da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-9710-8100

João Carlos de Freitas Alves
Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

Jessica Mansur Siqueira Crusoé
Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)
https://orcid.org/0009-0007-4210-8430

Cristiano Márcio Alves de Souza
Universidade Federal da Grande Dourados
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-5347-1709

Luciano José Minette
Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa
Viçosa - MG (Brasil)
https://orcid.org/0000-0002-2038-334X

Denis Medina Guedes
Universidade Federal de Viçosa
Florestal - Minas Gerais (Brasil)
https://orcid.org/0009-0004-9847-8471

RESUMO: A pecuária brasileira é em sua maioria a pasto, o que torna a avaliação das pastagens algo extremamente necessário. Nesse sentido a análise das imagens obtidas a partir sensores presentes nos satélites, se tornou uma importante ferramenta para a análise das pastagens. Dentre os objetivos desse trabalho estão: coletar dados de produtividade de matéria seca de uma pastagem degradada em um período seco; mapear diferentes índices de refletância da pastagem nas áreas estudadas, como o NDVI, SAVI e CO2-Flux; analisar a correlação entre a matéria seca e os índices mapeados; e mapear a capacidade de suporte na produção de bovinos a pasto obtida por sensoriamento remoto. A correlação entre os índices de reflectância e a matéria seca, obtiveram os seguintes valores: r= 0,54 para CO2-Flux, r=0,67 para SAVI e r= 0,70 para NDVI. O NDVI foi o que apresentou maior correlação entre os índices. Por esse motivo, foi gerado uma regressão linear com o intuito de estimar a capacidade de suporte em função dos valores de NDVI. A regressão apresentou valor de R^2= 0,47, o que indica que o modelo explica 47% da variabilidade da variável resposta. A partir da equação gerada pela regressão linear, foi feito um

mapa da capacidade de suporte da área. O mapa gerado nos permite ter uma ideia da capacidade de suporte da área analisada, porém apenas a observação do mapa não nos possibilita ter uma visão real da área, pois possui intervalos muito amplos entre os valores de UA por hectare. Dessa forma ao definir o número de animais apenas observando o mapa há chance de faltar ou sobrar forragem, logo definir a capacidade de suporte apenas pelo mapa gerado não seria a melhor forma de manejo possível. Como sugestão para a criação de um modelo que explique melhor a capacidade de suporte em função do NDVI, deve-se realizar o mesmo experimento em uma área mais uniforme, bem manejada, não degradada, e sem a presença de matas. Além disso, atribuir outros fatores para criação do modelo, como o índice de área foliar, dados de precipitação e doses de fertilizantes podem melhorar a funcionalidade do modelo.
PALAVRAS-CHAVE: Agricultura digital; Geoestatística; Pecuária de corte.

ABSTRACT: Brazilian livestock farming is predominantly pasture-based, which makes the evaluation of pastures extremely necessary. In this context, the analysis of images obtained from sensors present on satellites has become an important tool for pasture analysis. The objectives of this study include: collecting dry matter productivity data from a degraded pasture during a dry period; mapping different reflectance indices of the pasture in the studied areas, such as NDVI, SAVI, and CO2-Flux; analyzing the correlation between dry matter and the mapped indices; and mapping the carrying capacity for cattle production on pasture obtained by remote sensing. The correlation between the reflectance indices and dry matter yielded the following values: r=0.54 for CO2-Flux, r=0.67 for SAVI, and r=0.70 for NDVI. NDVI showed the highest correlation among the indices. For this reason, a linear regression was generated to estimate the carrying capacity based on NDVI values. The regression presented an R^2 value of 0.47, indicating that the model explains 47% of the variability of the response variable. Based on the equation generated by the linear regression, a carrying capacity map of the area was created. The generated map allows us to get an idea of the carrying capacity of the analyzed area; however, merely observing the map does not provide a realistic view of the area, as it has very wide intervals between values of AU per hectare. Therefore, defining the number of animals by only observing the map could result in either a shortage or surplus of forage, making it clear that defining carrying capacity based solely on the generated map would not be the best management approach. As a suggestion for creating a model that better explains carrying capacity based on NDVI, the same experiment should be conducted in a more uniform, well-managed, non-degraded area without the presence of forests. Additionally, incorporating other factors into the model, such as leaf area index, precipitation data, and fertilizer doses, may improve the model's functionality.
KEYWORDS: Digital Agriculture; Geostatistics; Beef Cattle Farming

INTRODUÇÃO GERAL

Na década de 1970, as primeiras pastagens oriundas da África começaram a chegar no Brasil, principalmente a Brachiaria decumbens, hoje conhecida como Urochloa decumbens. Cultivar esta que é extremamente adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade. Nesse período houve um aumento na taxa de lotação que passou de 0,9 para 1 animal por hectare. O ganho de peso dos animais também aumentou em 2 a 3 vezes se comparado a pastagem nativa em um mesmo período. O resultado disso foi um grande aumento na exploração da pecuária no país (BORGHI, et al., 2018).

Em 2017 as áreas de pastagens ocupavam cerca de 178 milhões de hectares (PARENTE, et al.,2017), já o rebanho bovino brasileiro em 2022 conta com 234,6 milhões de cabeças de gado, esse dado faz parte da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2022). A pecuária brasileira é em sua maioria a pasto, o que torna a avaliação das pastagens algo extremamente necessário.

A análise das imagens obtidas a partir sensores presentes nos satélites, se tornou uma importante ferramenta para a análise das pastagens. Conforme Souza Jr, et al., (2020), entre 1985 e 2020 essa ferramenta permitiu avaliar a qualidade das pastagens brasileiras e constatar uma queda nas áreas com sinais de degradação de 70% em 2000 para 53% em 2020. Apesar dos progressos notáveis, a atividade pecuária ainda é vista como uma grande “vilã” do agronegócio brasileiro.

Atualmente, a produção de carne e leite é a principal fonte de emissões de gases que contribuem para o efeito estufa, especialmente devido à forma como tem sido conduzida desde seu crescimento a partir da década de 1970. De maneira geral, a pecuária até a década de 1990 buscou a expansão das áreas de pastagens. Esse modelo extrativista passou a ser menos atrativo a partir de 1990, a razão disso foi a necessidade de um modelo de negócio sustentável e competitividade acirrada dentro do mercado. Na busca para aumentar a produtividade de leite e carne por hectare, os produtores inicialmente investiram em cruzamentos genéticos entre raças zebuínas e europeias. Entretanto, a questão alimentar dos animais ainda não estava planejada como deveria, por essa razão a questão genética sozinha não foi capaz de apresentar ganhos de produtividade satisfatórios (BORGHI, et al., 2018).

Na COP15, o Brasil se comprometeu a reduzir a emissões de gases do efeito estufa em até 1 bilhão de toneladas até 2020. Uma das alternativas propostas para o cumprimento dessa meta foi a recuperação das pastagens degradadas, a recuperação dessas áreas está prevista no plano ABC (Agricultura de baixa emissão de carbono), instituído pelo MAPA (Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento) (TERRA, et al., 2019). Segundo o IEMA (Instituto de energia e meio ambiente), em 2020 as emissões dos gases do efeito estufa aumentaram em 9,5% no Brasil, enquanto no mundo inteiro diminuíram 7% devido a pandemia da Covid 19 (POTENZA, et al., 2021).

Pastagens degradadas provocam a diminuição no sequestro de carbono que representa uma compensação às emissões de metano e óxido nitroso. Em contrapartida, o manejo adequado das pastagens traz benefícios como maior produção forrageira, maior eficiência no uso das forragens, maior produção animal por área, o retorno econômico, melhorar a distribuição estacional de forragem e garantir a persistência da pastagem (PAULINO, et al., 2009).

Vários fatores indicam o estado de degradação das pastagens, são eles: A presença de invasoras, a alta percentagem de solo exposto, os cupins e a erosão são indicadores de pastagens degradadas. Entretanto, é indispensável ferramentas para auxiliar a caracterização e monitorar as pastagens, com o intuito de recuperá-las. No contexto da degradação das pastagens, o uso de índices de vegetação pode ser uma ferramenta importante para a identificação de áreas degradadas. Isso ocorre porque os índices de vegetação se relacionam com a quantidade de biomassa, que é um indicador direto dos níveis de degradação (FERRARI, et al., 2009).

Diante do referido exposto objetivou-se mapear a produtividade de pastagem e capacidade de suporte de produção de bovinos, através de índices de refletância obtidos por sensoriamento remoto.

MATERIAL E MÉTODOS

Realização do experimento

Este experimento foi realizado em duas áreas distintas da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal. Para o desenvolvimento do experimento foi criado um mapa do perímetro para cada uma dessas áreas, e foram definidos aleatoriamente 20 pontos para coleta da Parte aérea da vegetação encontrada. A partir da composição colorida das imagens das áreas foi feita uma avaliação da localização dos pontos amostrais, de forma a realocar pontos que foram gerados para que não sobrepusessem uma área de mata presente no local.

Todo este processo foi feito por meio do software QGIS, com imagens obtidas pelo sensor PS2.SD (PlanetScope SuperDove) que possui resolução de imagem de 3 metros por pixel. Os mapas com os pontos foram carregados no aplicativo 4farm, dessa forma foi possível encontrar os pontos com o uso do GPS de navegação do celular. Em um raio de até 2m dos pontos marcados, foram coletadas 3 subamostras da parte aérea da vegetação para cada ponto.

Para essa coleta foi utilizado um quadrado de 50x50cm sendo então uma área de 0,25m² e as 3 subamostras, colocadas em um saco de ráfia, foram misturadas e pesadas para gerar uma amostra uniforme de 100g. No total foram 20 amostras para cada área, as amostras coletadas foram levadas para uma estufa com circulação de ar forçada, na

temperatura de 65ºC, durante 72 horas para determinação da matéria seca seguindo metodologia convencional de estufa (BORGES et al., 2011). O cálculo de matéria seca foi realizado por meio da equação (1).

Os mapas dos índices de refletância (NDVI, SAVI e CO2 Flux), foram elaborados no software QGIS a partir de imagens feitas pelo sensor PS2.SD (PlanetScope SuperDove): Este sensor é usado para coletar imagens com resolução espacial de 3m. As bandas das imagens obtidas através desse sensor são nos comprimentos de onda referentes a: Banda 1: Blue, Banda 2: Green, Banda 3: Red, Banda 4: NIR.

$$\%MS = \frac{Ps * 100}{Pu} \quad (1)$$

onde:

MS = Materia seca

Ps = Peso seco

Pu = Peso úmido

O cálculo de matéria seca por hectare foi feito por meio da seguinte equação (2).

$$MS\ kg\ por\ ha^{-1} = \left(\frac{Put * 10.000m^2}{0{,}75m^2 * 1000}\right) * \frac{\%MS}{100} \quad (2)$$

onde:

O índice NDVI foi elaborado por meio da seguinte equação (3).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (3)$$

O índice SAVI foi previsto pela seguinte equação (4).

=

$$SAVI = (1 + L) * \frac{NIR - RED}{(NIR + RED + L)} \quad (4)$$

Para o cálculo do índice CO2 FLUX, primeiro foi calculado o índice PRI pela seguinte equação (5).

$$PRI = \frac{GREEN - BLUE}{GREEN + BLUE} \quad (5)$$

Posteriormente o valor foi reescalonado para obter valores positivos (Rahman et al., 2000), o que gerou o índice sPRI. A equação utilizada foi a seguinte equação (6).

$$sPRI = \frac{PRI + 1}{2} \quad (6)$$

Por fim para calcular o índice CO2 FLUX foi utilizado a equação proposta por (Rahman et al. 2000) (7).

$$CO_2Flux = (sPRI * NDVI) \quad (7)$$

Ainda no QGIS, foi realizada uma interpolação de pixels pelo método de vizinho mais próximo para os valores próximos aos pontos de coleta. O intuito dessa interpolação, foi estimar um número que representasse com mais coesão o pixel ou

pixels onde foram coletadas as amostras. Com os valores interpolados, no software R foram gerados os gráficos e realizada no Correlação de Pearson entre os valores obtidos nos indicies de refletância e a matéria seca coletada no local em toneladas por hectare. Para o cálculo da capacidade de suporte foi utilizada a metodologia proposta por Dias-Filho (2012).

O cálculo da forragem disponível foi calculado pela equação (8).

$$Forragem\ disponível = MS\ por\ ha^{-1} * 0{,}8 * 0.5 \quad (8)$$

onde:

0,5 = *Extrato pastejável*

0,8 = *Eficiência de pastejo em períodos secos*

O cálculo da forragem consumida por dia é dado da seguinte maneira, equação (9).

$$Consumo\ diário\ de\ uma\ UA = 450kg * 2{,}5\% \quad (9)$$

onde:

UA = Unidade animal (450*kg de peso vivo*)

O cálculo do consumo por período foi representado na seguinte equação (10).

$$Consumo\ de\ forragem\ no\ período\ (kg/UA)/ha = c.d * p.o \quad (10)$$

onde:

Período de ocupação = p.o (100 *dias*)

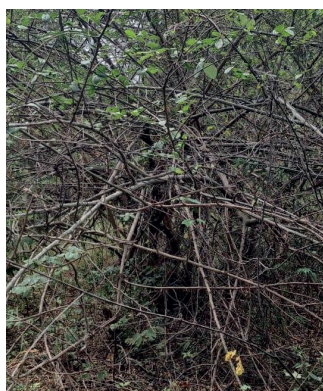
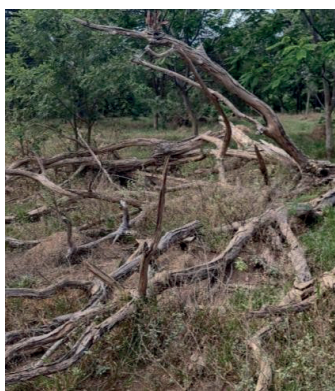
Consumo diário = c.d

Por fim, a capacidade de suporte é dada pela forragem disponível dividida pelo consumo de forragem (kg/UA/ha), como demonstrado na equação (11).

$$\text{Capacidade de suporte (UA/ha)} = \frac{\text{Forragem disponível}}{\text{Consumo de forragem no período de ocupação}} \quad (11)$$

Com o cálculo da capacidade de suporte em mãos, foi realizado uma regressão linear no R usando a capacidade de suporte como variável dependente e os valores de NDVI como variáveis independentes, afim de gerar um modelo de regressão que estimasse a capacidade de suporte em função do NDVI. Utilizando dessa regressão, foi gerado um mapa no QGIS estimando a capacidade de suporte da área estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões apresentadas, são referentes apenas a uma das áreas, a outra foi descartada devido a erros amostrais. Durante a coleta não foi possível alcançar alguns pontos, pois estavam cobertos por árvores, esses pontos são representados pela Figura 1-a e 1-b. Alguns locais apresentaram solo exposto com a presença de cupinzeiros (Figura 1-c), o que segundo Dias-Filho (2014) é um indicador de degradação. Os pontos similares a Figura 1-a e 1-b foram descartados, pois nesses pontos não foi possível coletar a parte aérea das plantas. Pontos exemplificados por pela Figura 1-c foram mantidos, pois representam a realidade da área estudada.

(a) Árvore sobre o ponto de coleta

(b) Árvore caída sobre o ponto de coleta

(c) Solo exposto e cupinzeiro

Figura 1- Pontos de coleta

Na Figura 2 é apresentado o mapa de composição colorida da área com a demarcação dos pontos coletados. O mapa RGB, nos permitiu ter uma ideia sobre a realidade desta área de pastagem. Através da composição colorida, foi possível perceber que na parte central do mapa há uma região de mata (parte verde escura) que praticamente separa o pasto em duas partes, entretanto uma trilha liga uma parte do pasto a outra. Os pontos foram realocados para não sobreporem a área de mata, tornando assim a forragem o principal objeto de estudo. Em geral, os locais pontoados apresentam uma coloração verde-amarronzada o que é um sinal de vegetação esparsa.

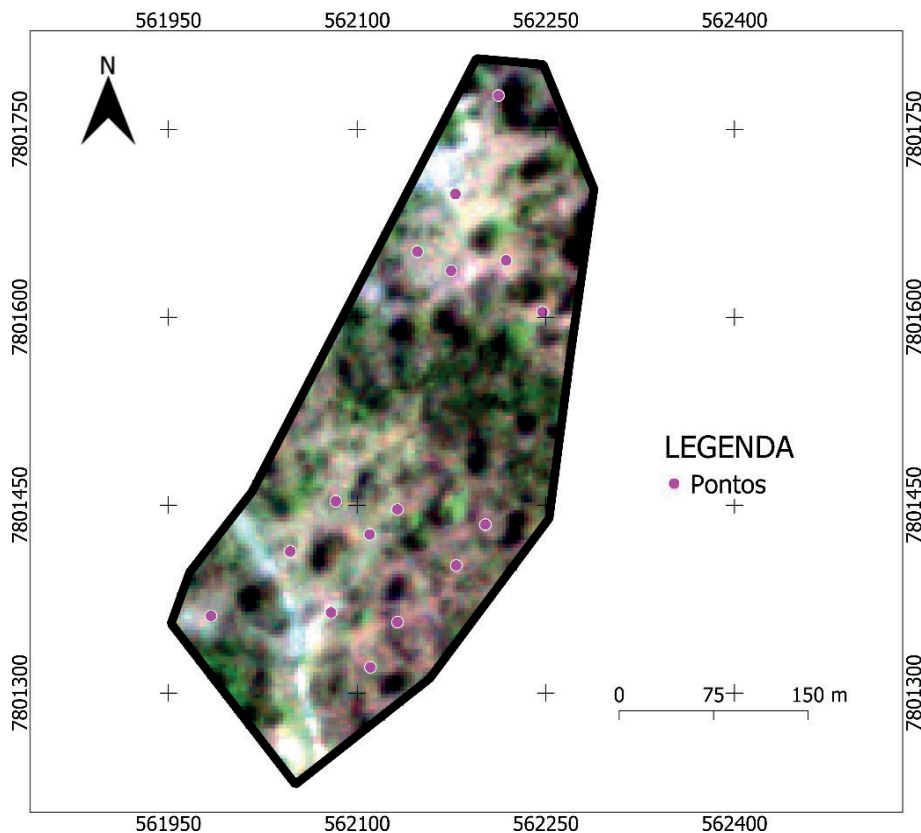



Figura 2- Mapa de composição colorida (RGB)

O mapa de NDVI pode ser observado na Figura 3. Ao analisar o mapa NDVIjunto ao RGB, foi possível ter uma ideia geral da vegetação local. As áreas de mata apresentaram coloração verde escura, e em algumas partes verde clara, sendo que no que diz respeito a superfícies vegetadas o NDVI tende a ter valores positivos altos entre 0.5 e 1.0 para vegetação densa típica de florestas tropicais .

Em contrapartida, as áreas coloridas de amarelo que representam as áreas de pastagens, apresentaram valores mais baixos variando de 0.48 a 0.59, o que é normal em períodos secos, onde a vegetação entra em senescência. Gramíneas, vegetação de pequeno porte, e ou arbustiva e vegetação esparsa, geralmente possuem valores aproximados entre 0.2 e 0.5. As áreas laranjadas, apresentam valores inferiores a 0.48, o que é um indicativo de áreas de solo exposto (YASIR et al., 2023).

O SAVI (Figura 4) utilizou do fator de correção igual a 0,5; proposto para solos de cobertura vegetal intermediaria por Huete (1988). O SAVI e o NDVI apresentaram resultados semelhantes em áreas com alta cobertura vegetal. No entanto, o SAVI é mais adequado para áreas com baixa cobertura vegetal, pois é menos afetado pelas variações no solo (GAMEIRO et al, 2016). Para a área representada acima o SAVI permitiu uma boa visualização das áreas com solo exposto e de vegetação espaçara, sendo considerado um bom índice para visualização da área.

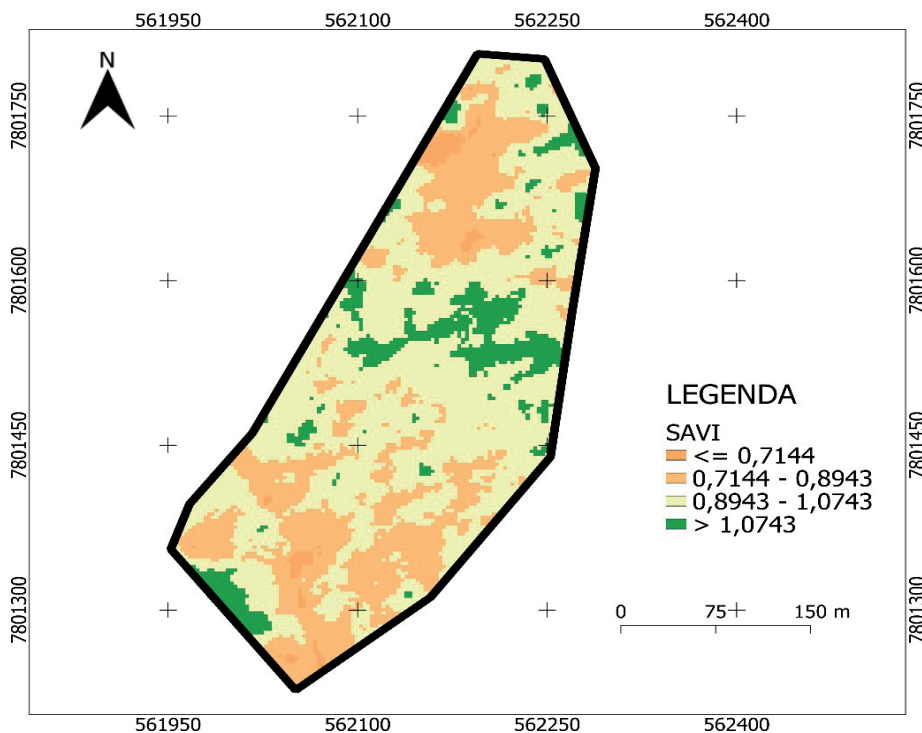



Figura 4 - Mapa SAVI

Na Figura 5 é apresentado o mapa de CO2-Flux, que foi gerado a partir dos mapas de NDVI e sPRI. O CO2-Flux, apresentou valores maiores próximos a região de mata, isso se dá pois este indicie mede a eficiência do processo de sequestro de carbono pela vegetação (DE MELLO BAPTISTA, 2004). De maneira geral, as pastagens degradadas sequestram menos carbono se comparadas a pastagens bem manejadas. A implementação de melhores práticas de manejo, pode levar à redução das emissões de carbono ao promover o acúmulo e a estabilidade do carbono no solo (FIGUEIREDO et al., 2017).

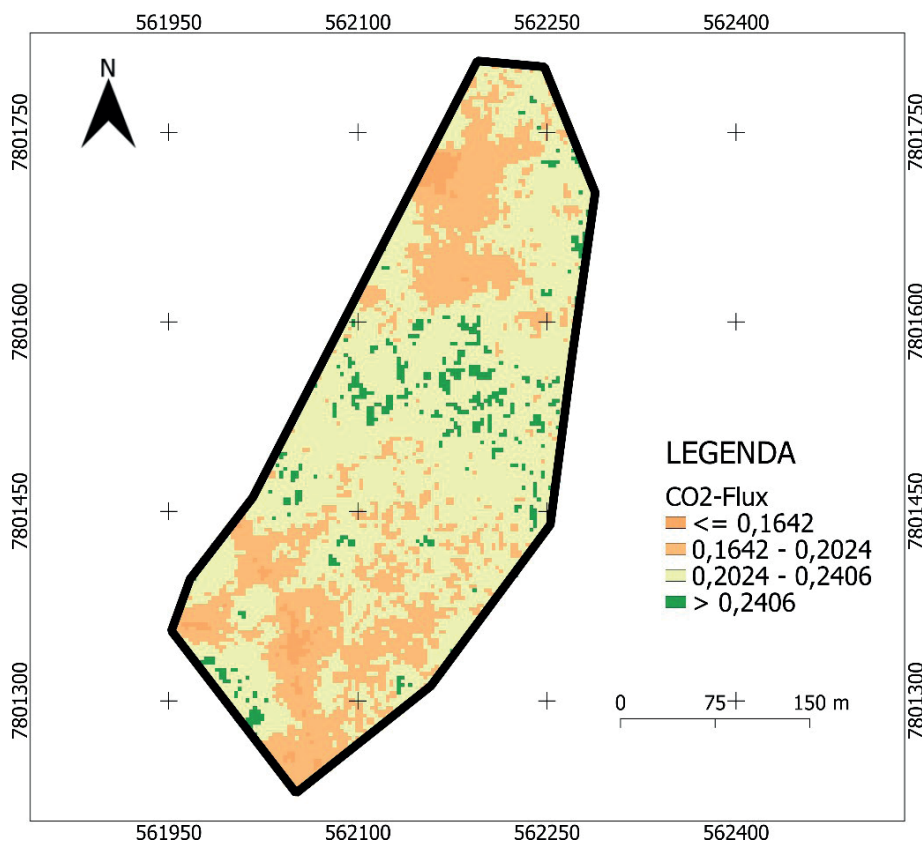



Figura 5 – Mapa CO2-Flux

O NDVI obteve maior a correlação dentre os três índices estudados, apresentando r=0,7. Enquanto o SAVI apresentou r= 0,67 e o CO2-Flux r= 0,54. Por apresentar maior correlação, a continuidade do trabalho se deu a partir do NDVI. Na Figura 6 foi apresentado o gráfico de matéria seca calculada por hectare e os valores obtidos no NDVI, em seguida na Tabela 3 apresentou-se a estatística referente a correlação de Pearson.

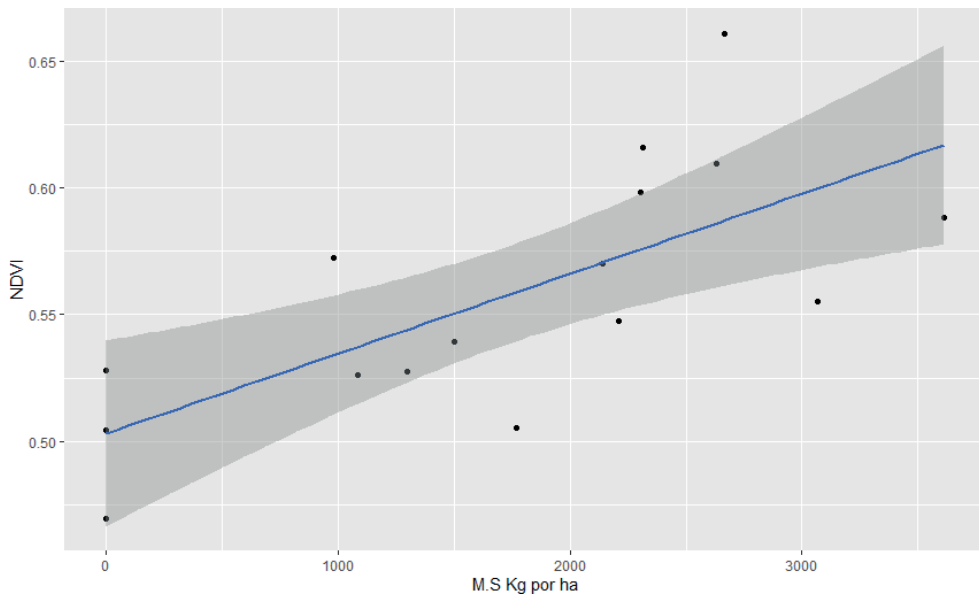



Figura 6 – Gráfico M.S/ha por NDVI

Correlação de Pearson M.S por ha e NDVI	
R de Person	0.7071935
p-valor	0.002185
Graus de Liberdade	14
Limite superior do IC a 95%	0.8906670
Limite inferior do IC a 95%	0.3256468

Tabela 1 – Correlação entre matéria seca e NDVI.

A análise estatística foi realizada com 14 graus de liberdade, e um índice de confiança de 95%. A análise apresentou um p-valor < que 0.05, o que indica que devemos rejeitar a hipótese nula, ou seja, que não existência de correlação entre as variáveis. Dessa forma a correlação entre NDVI e matéria seca foi comprovada estatisticamente. Entretanto o limite superior e inferior, apresentaram uma grande discrepância em seus valores, o que significa que as duas variáveis podem ser influenciadas por outras variáveis. Outra hipótese é que tal discrepância pode estar relacionada a um número amostral pequeno, sendo necessário um número maior de amostras para aproximar os limites.

A correlação de NDVI e matéria seca encontrada, corrobora o resultado encontrado por POVH (et al., 2008), que teve como objetivo em seu trabalho avaliar o comportamento nas culturas de trigo, triticale, cevada e milho. Ele obteve uma correlação de Pearson positiva de 0,98 entre NDVI e M.S para a cultura do trigo. Nesse caso, um dos fatores que pode ter influenciado em uma correlação extremamente alta, é que o experimento foi realizado em um campo experimental uniforme.

Dancey e Reidy (2018), classificam os valores obtidos pela correlação de Pearson da seguinte maneira, r = 0,10 até 0,3 (fraco); r = 0,40 até 0,6 (moderado); r = 0,70 até 1 (forte). Ou seja, CO2-Flux e SAVI apresentaram correlações moderadas, enquanto o NDVI uma correlação forte, por essa razão o NDVI foi escolhido para gerar o modelo de regressão linear. O modelo de regressão linear gerado no R, obteve o R^2= 0,47, a equação de regressão está presente na Figura 7 junto ao gráfico de dispersão.

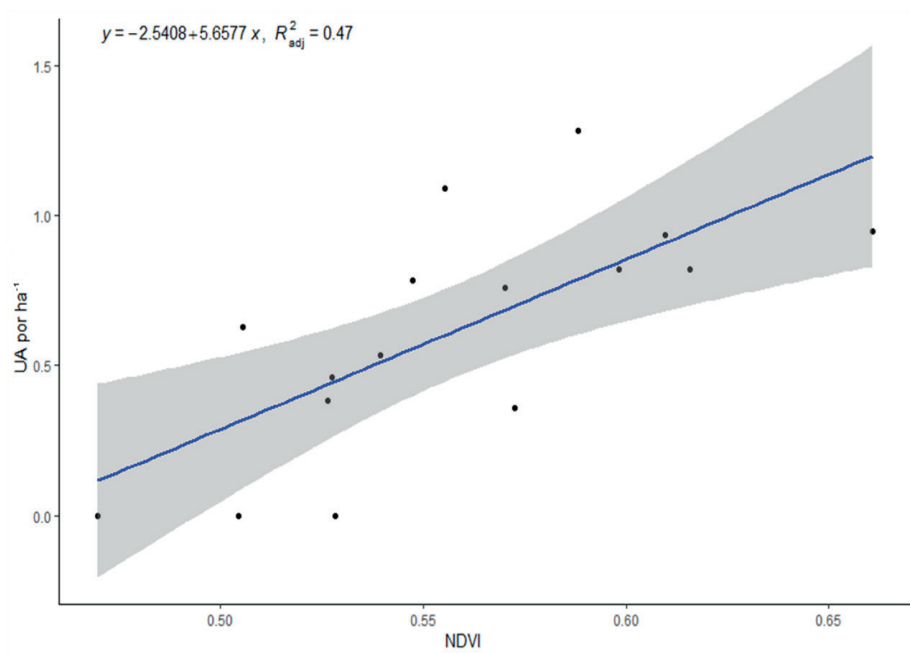



Figura 7 - Regressão linear UA/ha gerado pelo NDVI

O valor de R^2= 0,47, indica que o modelo explica 47% da variabilidade da variável resposta. Ademais o modelo gerado pode ser útil para fazer previsões, porém ainda possui uma margem de erro grande. Como sugestão para aperfeiçoar o modelo, recomenda-se a utilização de um maior número amostral, atrelado ao estudo de outras variáveis além da matéria seca, como o índice de área foliar, e a escolha de uma área mais uniforme sem sinais de degradação.

O mapa de capacidade de suporte apresentado na Figura 8, é utilizado para ilustrar utilização da equação feita para estimar a capacidade de suporte a partir do NDVI. Os valores foram divididos em três classes, sendo a parte vermelha de 0,4 UA/ha-1 /100 dias ou menos, a parte amarela entre 0,4 e 1,28 UA/ha-1 /100 dias e a parte verde maior que 1,28 UA/ha-1 /100 dias.

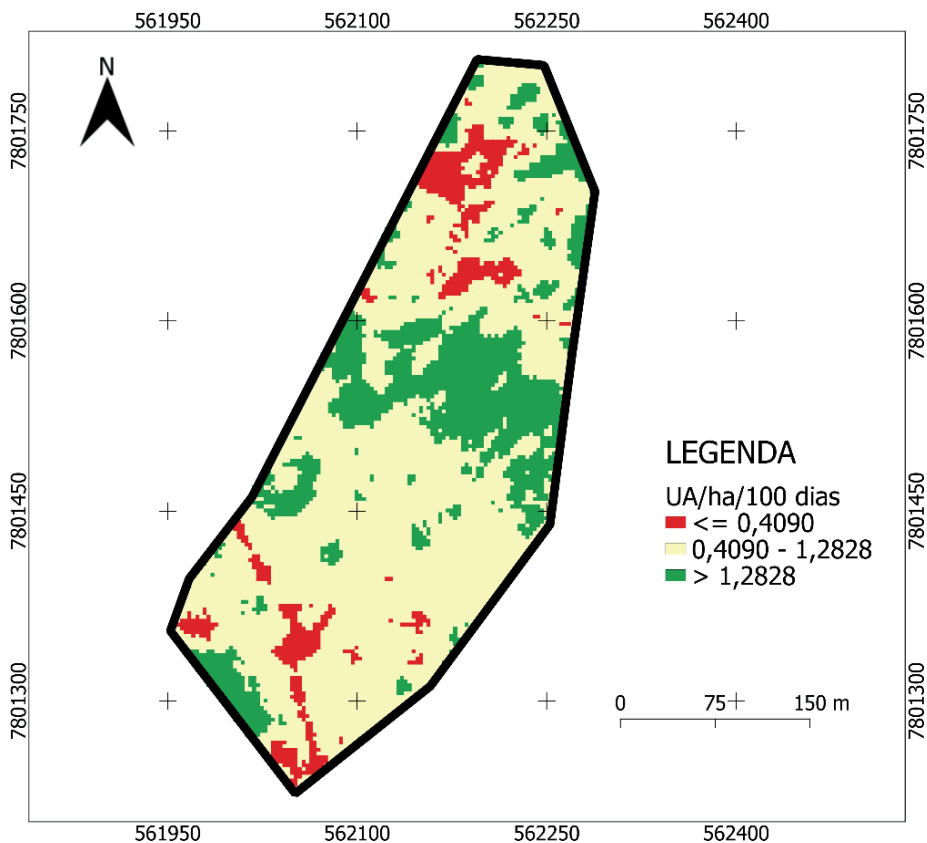



Figura 8 – Mapa da capacidade de suporte

Apesar do mapa nos dar uma ideia da capacidade de suporte da área analisada, apenas a observação do mapa não nos possibilita ter uma visão real da área. As partes em verde escuro que pressupõe a maior taxa de lotação, correspondem a áreas de mata ou a pequenos conjuntos de árvores como é possível observar através da composição colorida (Figura 2). O NDVI não é capaz de distinguir a mata da forragem, o que gerou resultados que não representam de fato a capacidade de suporte. Ademais as áreas em vermelho são áreas de solo exposto, o que é um indicativo de uma baixíssima capacidade de suporte, estando entre 0 e 0,4 UA/ha-1 /100 dias. Sendo 0,4 UA/ha-1 /100 dias um valor bem otimista, pois se trata de uma área que em sua maior parte apresenta solo exposto.

A cor amarela é predominante no mapa, a área representada por ela apresenta os resultados mais confiáveis, visto que é nessa área que de fato estão presentes as plantas forrageiras. Todavia, o intervalo entre os possíveis valores de UA gerados pelo modelo matemático, torna difícil uma possível tomada de decisão apenas observando o mapa, visto a amplitude do intervalo. Por exemplo, considerando uma capacidade de suporte de 0,4 UA/ha-1 por 100 dias, haveria um consumo de 450kg de matéria seca. Enquanto

em 1,28 UA/ha-1 o consumo seria de 1.440 kg em 100 dias. Nesse caso, o valor máximo do intervalo é aproximadamente três vezes maior que o mínimo, dessa forma ao definir o número de animais apenas observando o mapa há chance de faltar ou sobrar forragem, logo definir a capacidade de suporte apenas pelo mapa gerado não seria a melhor forma de manejo possível.

REFERÊNCIAS

Borghi, E., Neto, M. M. G., Resende, R. M. S., Zimmer, A. H., De Almeida, R. G., & Macedo, M. C. M. **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação. Brasília, DF: Embrapa**, v. 4, p. 105-138, 2018.

Borges, B. M. M. N., Lucas, F. T., Modesto, V. C., Prado, R. D. M., Silva, E. D., & Braos, B. B. Métodos de determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes em folhas de alface. **Revista Trópica**, v. 5, p. 12-16, 2011.

Braz, S. P., Urquiaga, S., ALVES, B. J. R., & Boddey, R. M. **Degradação de pastagens, matéria orgânica do solo e a recuperação do potencial produtivo em sistemas de baixo" input" tecnológico na região dos cerrados.** Embrapa Agrobiologia 2004.

Dancey, C., & Reidy, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia-7**. Penso Editora, 2018.

da Silva, L. G., & Galvíncio, J. D. Análise Comparativa da Variação nos Índices NDVI e SAVI no Sítio PELD–22, em Petrolina–PE, na Primeira Década do Século XXI (Comparative Analysis of Changes in NDVI and SAVI in PELD-22-Petrolina-PE, in the First Decade of the XXI Century). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 6,p. 1446-1456, 2013.

de Mello Baptista, G. M. (2004). Mapeamento do sequestro de carbono e de domos urbanos de CO2 em ambientes tropicais, por meio de sensoriamento remoto hiperespectral. **Geografia**, v. 29, n. 2, p. 189-202, 2004.

DIAS-FILHO, M. B. (2012). DIAS-FILHO, Moacyr B. Formação e manejo de pastagens. 2012.

Dias-Filho, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. 2014

Ferraz, J. B. S.; Felício, P. E. D. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238243, 2010.

Fontgalland, I. L., de Menezes, G. C., de França Paz, M. A., de Souza, Ê. P., Farias, S. A. R., & de Sousa Rêgo, V. G. Normalized Difference Vegetation Index Analysis Using Ndvi and Savi Indices in the Conservation Unit Serra da Borborema Municipal Nature Park, Campina Grande, Paraíba, Brazil. **Revista de Gestão Social e Ambiental-RGSA**, v. 17, n. 1, p. e03116-e03116, 2023.

Figueiredo, E. B. D., Panosso, A. R., Bordonal, R. D. O., Teixeira, D. D. B., Berchielli, T. T., & La Scala Jr, N. Soil CO2–C emissions and correlations with soil properties in degraded and managed pastures in southern Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 4, p. 1263-1273, 2017.

Formaggio, A. R., & Sanches, I. D. A. **Sensoriamento remoto em agricultura**. Oficina de Textos, 2017.

Frazier, A. E., & Hemingway, B. L. Benjamin L. A technical review of planet smallsat data: Practical considerations for processing and using planetscope imagery**. Remote Sensing**, v. 13, n. 19, p. 3930, 2021.

Gameiro, S., Teixeira, C. P. B., Silva Neto, T. A., Lopes, M. F. L., Duarte, C. R., Souto, M. V. S., & Zimback, C. R. L. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Terræ**, v. 13, n. 1-2, p. 15-22, 2016.

Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote sensing of environment**, v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988.

Macedo, M. C. M., Kichel, A. N., & Zimmer, A. H**. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. 2000.

Paulino, V. T., & Teixeira, E. M. L. Sustentabilidade de pastagens–manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. **CPG-produção animal sustentável, ecologia de pastagens, iz, apta/saa**, v. 16, 2009.

Parente, L., Mesquita, V., Miziara, F., Baumann, L., & Ferreira, L. Assessing the pasturelands and livestock dynamics in Brazil, from 1985 to 2017: A novel approach based on high spatial resolution imagery and Google Earth Engine cloud computing. **Remote Sensing of Environment**, v. 232, p. 111301, 2019.

Osborne, B. G. Near-infrared spectroscopy in food analysis**. Encyclopedia of analytical chemistry: applications, theory and instrumentation**, 2006.

Ponzoni, F. J., Shimabukuro, Y. E., & Kuplich, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação. Oficina de textos**, 2015.

Potenza, R. F., Quintana, G. O., Cardoso, A. M., Tsai, S. D., Cremer, M. S., Silva, F. B., ... & AZEVEDO, T. Análise das Emissões Brasileiras de e suas Implicações para as metas Climáticas do Brasil 1970–2020 Gases de Efeito Estufa. Revista Brasileira de Ecoturismo, p. 630-645, 2021.

Povh, F. P., Molin, J. P., Gimenez, L. M., Pauletti, V., Molin, R., & Salvi, J. V. Comportamento do NDVI obtido por sensor ótico ativo em cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1075-1083, 2008.

Planet imagery product specifications 2022. Disponível em < https://www.planet.com/products/planet-imagery/ > Acesso: 06/11/2023.

PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html> Acesso 30/11/2023

Prudencio, M. F., da Silva Freitas, G., & Soares Filho, C. V. New technologies in pasture and grazing management in the face of climate change perspectives.**Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e20311931680-e20311931680, 2022.

Souza Jr, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A. Alencar, A., Rudorff, B. F., & Azevedo, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

Yasir, Q. M., Zhang, Z., Tang, J., Naveed, M., & Jahangir, Z. Spectral indices for tracing leaf water status with hyperspectral reflectance data. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 17, n. 1, p. 014523-014523, 2023.

LEONARDO FRANÇA DA SILVA: Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas Gerais (UFMG). Engenheiro Segurança do Trabalho, especialista em Engenharia de Produção. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Doutor em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa. Pós Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade da Grande Dourados. Atua como membro como membro colaborador dos grupos de pesquisa vinculado ao CNPq: Núcleo em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO-UFV, Ergonomia e segurança industrial, Ergonomia e Segurança do Trabalho, Segurança e Saúde do Trabalho, Ergonomia Florestal - LABOERGO - UFV . Atuou como Professor de Magistério Superior na Universidade Federal de Viçosa, campus Florestal, lecionando as disciplinas de Desenho Técnico e Construções Rurais. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenho técnico e Assistido por computador, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia, Desenvolvimento rural, Energia renováveis na agricultura.

FERNANDA LAMEDE FERREIRA DE JESUS: Possui graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG (2013), graduação em letras inglês pelo Instituto Superior de Educação Ibituruna (2008), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2016) e doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Universidade de São Paulo - ESALQ/USP (2019). Atualmente é professora efetiva na Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD. Durante o mestrado, trabalhou na área de concentração: Recursos Hídricos e Ambientais, Linha de pesquisa: Manejo e aproveitamento de resíduos agroindustriais, já no doutorado, trabalharam na área de Irrigação e Drenagem. Atua prioritariamente com os seguintes tópicos: Irrigação pressurizada, Manejo de culturas irrigadas, Fertirrigação, Manejo, tratamento e disposição de águas residuárias, sistemas alagados construídos (*wetlands*), Biodigestão anaeróbia e Controle de poluição.

ROLDÃO CARLOS ANDRADE LIMA: Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Maranhão - Centro de Estudos Superiores de Imperatriz (UEMA/CESI) incorporada a Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) criada pela Lei Estadual 10.525/16. Engenheiro de Segurança do Trabalho pela Universidade Cruzeiro do Sul. Especialista em Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental pelo Instituto Prominas. Especialista em Máquinas e Mecanização Agrícola pela Faculdade Cristo Rei. Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutor em Ciência Florestal pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Atualmente é Docente do Ensino Superior na Universidade Estadual de Goiás (UEG), campus de Ipameri-GO

ÍNDICE REMISSIVO

MEIO AMBIENTE

E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESAFIOS E SOLUÇÕES 2

Ano 2024

MEIO AMBIENTE

E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESAFIOS E SOLUÇÕES 2

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2024